



**JOÃO MIGUEL  
FERREIRA GOMES**

**AVALIAÇÃO E MELHORIA DAS CONDIÇÕES  
ERGONÓMICAS DE POSTOS DE TRABALHO NUM  
ARMAZÉM – UM CASO PRÁTICO NA BOSCH  
SECURITY SYSTEMS**



**JOÃO MIGUEL  
FERREIRA GOMES**

**AVALIAÇÃO E MELHORIA DAS CONDIÇÕES  
ERGONÓMICAS DE POSTOS DE TRABALHO NUM  
ARMAZÉM – UM CASO PRÁTICO NA BOSCH  
SECURITY SYSTEMS**

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica da Doutora Leonor da Conceição Teixeira, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro e coorientação do Professor Doutor Fernando Manuel Tavares da Silva Ribeiro, Professor Adjunto da Escola Superior de Saúde da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho à minha família e amigos, em especial aos meus pais e aos meus irmãos, pelo apoio ao longo do meu percurso académico.

## **o júri**

Presidente

Prof. Doutor Carlos Manuel dos Santos Ferreira  
Professor Associado C/ Agregação da Universidade de Aveiro

Prof. Doutora Susana Raquel Pinto da Costa  
Professora Auxiliar Convidada da Escola de Engenharia da Universidade do Minho

Prof. Doutora Leonor da Conceição Teixeira  
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à minha orientadora Professora Doutora Leonor Teixeira e ao meu coorientador Professor Doutor Fernando Ribeiro pela disponibilidade, conhecimentos, críticas construtivas e sugestões que partilharam comigo.

Aos meus orientadores da empresa, Carlos Pinto e Damásio Correia pela atenção, acolhimento e conhecimentos partilhamos, chaves para este projeto.

A todos os colegas e colaboradores que ajudaram e contribuíram para o desenvolvimento deste projeto.

A minha família, em especial à minha mãe e à minha madrinha, pelo apoio incondicional.

E por fim, mas não menos importante, os meus amigos que estiveram presentes em todos os maus e bons momentos deste percurso.

## **palavras-chave**

Ergonomia, LMERT, MMC, condições de trabalho, armazém, fatores de risco, prevenção.

## **resumo**

O presente trabalho visa expor um estudo prático na área da Ergonomia e das lesões músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho (LMERT), bem como os fatores de risco que podem estar na origem das mesmas. Este estudo foi conduzido numa Unidade Industrial, mais propriamente na zona do armazém. Para uma análise mais cuidada, e numa primeira fase do trabalho, recorreu-se a uma descrição detalhada e gráfica dos postos de trabalho, bem como dos movimentos executados pelos trabalhadores naqueles postos de trabalho.

Numa segunda fase, aplicaram-se alguns métodos de avaliação ergonómica, mais especificamente, os métodos NIOSH, Bosch, REBA e NMQ, por forma a fazer uma avaliação rigorosa e holística das condições de trabalho. Em termos de amostra, este estudo incidiu sobre uma população constituída por 23 trabalhadores, com idades compreendidas entre 21 e 52 anos de idade, sendo 9 do sexo feminino e 14 do sexo masculino.

Como principais conclusões do estudo, verificou-se que as regiões superiores do corpo - tronco, braços, antebraço e pescoço - evidenciam um maior risco, tendo estes resultados sido corroborados por todos os métodos aplicados.

No que se refere aos postos de trabalho, concluiu-se que o PT3 apresenta um maior risco para o desenvolvimento de LMERT, seguido do PT1 e PT4.

Em termos de contributos práticos, este trabalho apresenta um conjunto de medidas de melhoria das condições de trabalho e compila, simultaneamente, algumas orientações de boas práticas que podem ser extensíveis a outras empresas que se deparam com o mesmo tipo de problemas.

**keywords**

Ergonomics, WMSDs, MHL, working conditions, warehouse, risk factors, prevention.

**abstract**

This project aims to present a practical study in the area of Ergonomics and Work-related Musculoskeletal Disorders (WMSDs), as well as the risk factors that may be the origin of them. This study was conducted in an Industrial Unit, more properly in the warehouse area.

For a more careful analysis, and in a first phase of the work, a detailed and graphic description of the working stations, as well as of the movements executed by the workers in those jobs was made.

In a second phase, some ergonomic assessment methods, more specifically the NIOSH, Bosch, REBA and NMQ methods, were applied in order to make a rigorous and holistic assessment of working conditions. In terms of the sample, this study focused on a population of 23 workers, aged between 21 and 52 years old - 9 were female and 14 were male.

As main conclusions of the study, it was verified that the upper regions of the body - trunk, arms, forearm and neck - showed a higher risk, and these results were corroborated by all the applied methods.

Regarding the work stations, it was concluded that PT3 presents a higher risk for the development of WMSDs, followed by PT1 and PT4.

In terms of practical contributions, this paper presents a set of measures to improve working conditions and compiles, at the same time, some guidelines of good practices that can be extended to other companies that face the same type of problems.





## ÍNDICE GERAL

ÍNDICE GERAL.....	i
ÍNDICE DE TABELAS.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
LISTA DE SIGLAS.....	vii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Motivação.....	1
1.2. Objetivos e metodologia.....	2
1.3. Estrutura do trabalho.....	3
2. ESTADO DA ARTE.....	4
2.1. Conceito de ergonomia.....	4
2.2. Lesões músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho.....	7
2.3. Lesões músculo-esqueléticas em armazéns.....	10
2.4. Fatores de risco de desenvolvimento de LMERT.....	10
2.4.1. Fatores de risco de natureza física.....	12
2.4.1.1. Postura.....	12
2.4.1.2. Movimentos repetitivos.....	12
2.4.1.3. Força.....	13
2.4.1.4. Vibrações.....	13
2.4.2. Riscos de natureza organizacional e psicossocial.....	13
2.4.3. Riscos individuais.....	14
2.4.4. Fatores de risco associados às regiões do corpo.....	15
2.5. Prevenção de LMERT.....	17
3. DESCRIÇÃO DO PROJETO.....	20
3.1. Descrição dos processos de armazém.....	20
3.2. Descrição do processo de repacking.....	21
3.3. Geometria do posto de trabalho.....	22
4. METODOLOGIA.....	25
5. RESULTADOS DO PROJETO E DISCUSSÃO.....	27

5.1.	Resultados da avaliação ergonómica dos postos de trabalho .....	27
5.1.1.	Posto de trabalho 1 .....	27
5.1.2.	Posto de trabalho 3 .....	29
5.1.3.	Posto de trabalho 4 .....	32
5.2.	Avaliação da sintomatologia músculo-esquelética.....	33
5.2.1.	Caracterização da população.....	34
5.2.2.	Análise da sintomatologia músculo-esquelética.....	36
5.3.	Melhorias dos postos de trabalho .....	39
5.3.1.	Posto de trabalho 3 – Nível 1 .....	39
5.3.2.	Posto de trabalho 3 – Nível 2 .....	41
5.3.3.	Posto de trabalho 2 - Suporte PDA .....	41
5.4.	Programa de alongamentos e exercícios físicos .....	42
5.5.	Posto de trabalho 2 - Operação de leitura dos códigos de barras do cartão kanban .....	45
5.6.	Otimização das áreas de repacking.....	46
6.	CONCLUSÃO E TRABALHO FUTURO .....	49
7.	BIBLIOGRAFIA.....	51
	ANEXO 1 – Peso das caixas manipuladas .....	58
	ANEXO 2 – Distribuição antiga das áreas de repacking .....	60
	ANEXO 3 – Distribuição atual das áreas de repacking .....	61
	ANEXO 4 – Questionário (versão adaptada de NMQ) .....	62
	ANEXO 5 - Rapid Entire Body Assessment .....	65
	ANEXO 6 – Confirmação de Processo .....	72

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Lesões músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho, fatores de risco e sintomas (adaptado de CCOSHS, 2014) .....	9
Tabela 2 - Fatores de risco associados a diferentes regiões do corpo.....	17
Tabela 3 - Tarefas cíclicas .....	21
Tabela 4 - Tarefas acíclicas .....	22
Tabela 5 - Pontuação REBA do posto de trabalho 1 .....	28
Tabela 6 - Resultados da avaliação dos movimentos no posto de trabalho 3 .....	31
Tabela 7 - Pontuação REBA do posto de trabalho 3 – Nível 1 .....	32
Tabela 8 - Pontuação REBA do posto de trabalho 3 – Nível 2 .....	32
Tabela 9 - Pontuação REBA do posto de trabalho 4.....	33
Tabela 10 – Idade, antiguidade, peso, altura e índice de massa corporal dos operários..	35
Tabela 11 - Programa de alongamentos e exercícios físicos .....	44
Tabela 12 - Tempo reduzido no processo de leitura dos códigos de barras.....	46
Tabela 13 - Redução das áreas de repacking.....	48
Tabela 14 - Pontuação grupo A - Tronco .....	66
Tabela 15 - - Pontuação grupo A - Pescoço .....	66
Tabela 16 - Pontuação grupo A - Pernas .....	66
Tabela 17 - Pontuação grupo B - Braço.....	67
Tabela 18 - Pontuação grupo B - Antebraço .....	67
Tabela 19 - Pontuação grupo B - Punho.....	67
Tabela 20 – Pontuação tabela A.....	68
Tabela 21 - Pontuação Carga/ Força .....	68
Tabela 22 – Pontuação tabela B.....	69
Tabela 23 - Pontuação Pega .....	69
Tabela 24 - Pontuação C .....	70
Tabela 25 - Pontuação da Atividade .....	70

Tabela 26 – Nível de ação do método REBA.....	71
---	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de gestão de risco ergonómico(adaptado de Fernandes et al., 2015) ..	6
Figura 2 - Posto de Trabalho/ Layout área de repacking.....	21
Figura 3 - Posto de trabalho 1.....	22
Figura 4 - Posto de trabalho 2.....	23
Figura 5 - Posto de trabalho 3.....	23
Figura 6 - Posto de trabalho 4.....	24
Figura 7 - Resultados da Avaliação PT1 (Imagem: Software IGEL).....	28
Figura 8 – Postura/ Movimento executado entre posto de trabalho 1 e a mesa de repacking .....	28
Figura 9 - Classificações dos pontos de pega e zona de picking .....	29
Figura 10 - Avaliação global do posto de trabalho 3 (Imagem: Software IGEL).....	30
Figura 11 - Postura adotada no nível 1 (direita) e nível 2 (esquerda).....	31
Figura 12 - Movimento executado entre a mesa de repacking e o posto de trabalho 4 ....	32
Figura 13 - Resultados da Avaliação PT4 (Imagem: Software IGEL) .....	33
Figura 14 - Distribuição das idades dos colaboradores.....	34
Figura 15 - Percentagem de trabalhadores do sexo masculino e feminino .....	34
Figura 16 - Percentagem de fadiga, desconforto ou dor por região do corpo, período de tempo e absentismo .....	37
Figura 17 - Intensidade da fadiga, dor ou desconforto nos últimos 12 meses .....	38
Figura 18 - Postura adotada antes (esquerda) e após (direita) a implementação das melhorias .....	39
Figura 19 - Desenho do carro desenvolvido.....	40
Figura 20 - Postura adotada antes (esquerda) e após (direita) a implementação das melhorias .....	41
Figura 21 - Postura incorreta do punho.....	42
Figura 22 - PDA com suporte.....	42
Figura 23 – Desperdício associado à distribuição das caixas (região amarela).....	46

Figura 24 - Distribuição das caixas após a introdução do terceiro nível .....	47
Figura 25 - Folha de pontuação REBA .....	65

## **LISTA DE SIGLAS**

PoUP – Point of Use Provider

LMERT – Lesões músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho

IGEL – Integrated Calculation of the Load Limits

NIOSH - National Institute for Occupational Safety and Health

MMC – Manipulação manual de cargas

CCOSHS – Canadian Centre for Occupational Health and Safety

REBA - Rapid Entire Body Assessment

NMQ - Nordic Muskuloskeletal Questionnaire

SME - Sintomatologia músculo-esquelética

EWCS - European Working Condition Survey

IMC – Índice massa corporal

WIP - Work In Process





# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. Motivação

A volatilidade dos mercados e das tendências dos consumidores, a par do rápido crescimento da economia mundial constituem um grande desafio para as empresas, obrigando as mesmas a otimizar os processos por forma a aumentar os seus níveis de competitividade. Estes fatores podem também ter influência na carga de trabalho, no *stress* dos colaboradores e, conseqüentemente, diminuir a qualidade de saúde a nível individual, provocando lesões músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho (LMERT). Estas são umas das principais causas que contribuem para baixas médicas em muitos países (Hartman, Oude Vrielink, Metz, & Huirne, 2005). Naturalmente, as LMERT diminuem a produtividade dos colaboradores e contribuem para a desmotivação dos mesmos, o que pode resultar no aumento dos custos para as empresas. Nesse sentido, a aposta na melhoria das condições ergonómicas surge como medida para aumentar significativamente a produtividade, eficiência e a satisfação dos colaboradores (Santos, Vieira, & Balbinotti, 2015).

Para fazer face à atual realidade da economia, as empresas apostam numa gestão cuidadosa dos recursos humanos, visto que estes são parte essencial para atingir sucesso.

Tendo em conta o impacto que as LMERT podem ter no âmbito da produtividade de uma organização, surgiu a necessidade de desenvolver um projeto cujo objetivo passa por melhorar as condições de trabalho dos colaboradores de um armazém, no contexto de uma unidade industrial. São várias as tarefas desenvolvidas dentro do armazém, designadamente (i) receção, alocação, expedição de materiais que são efetuadas com recurso a empilhadores; e (ii) desembalamento de materiais que implica o manuseamento manual de cargas (MMC), que designamos por *repacking*. As atividades MMC, que muitas vezes implicam movimentos repetitivos e a adoção de postura incorretas, são propensas ao desenvolvimento de LMERT (Ghasemkhani, Mahmudi, & Jabbari, 2008).

Com o aumento da carga de trabalho dos colaboradores do armazém, considerou-se importante avaliar as condições de trabalho dos mesmos e desenvolver soluções que diminuíssem o risco associado ao trabalho naqueles postos. Este projeto teve ainda como complemento um estudo de otimização do espaço despendido pelas áreas de *repacking*.

## 1.2. Objetivos e metodologia

O objetivo central deste trabalho consiste na eliminação ou minimização, do risco do desenvolvimento de LMERT, através da melhoria das condições de trabalho. Para isso, em termos práticos, e numa primeira fase, é efetuada uma avaliação global dos postos, com vista a avaliar o risco do desenvolvimento de LMERT, utilizando métodos de avaliação ergonómicos. Numa segunda fase, pretende-se efetuar uma melhoria nos processos, por forma a eliminar os desperdícios e criar condições de trabalho mais agradáveis.

Podem, assim, definir-se como objetivos específicos deste projeto:

- A avaliação ergonómica das tarefas de *repacking*;
- A identificação das tarefas que potenciam o desenvolvimento de LMERT;
- A implementação de melhorias ergonómicas;
- A identificação de desperdícios no processo;
- A implementação de melhorias no processo de *repacking*.

Em termos metodológicos, este trabalho iniciou-se com uma breve revisão da literatura, tendo em conta a apresentação e clarificação dos principais tópicos relacionados com a problemática estudada.

Seguidamente, na componente prática e em termos de metodologia, este trabalho foi desenvolvido aplicando duas abordagens distintas.

Numa primeira fase e com o intuito de responder aos três primeiros objetivos, fez-se a avaliação ergonómica recorrendo a vários métodos, nomeadamente, ao método Bosch, ao método NIOSH, ao método REBA e ao questionário *Nordic Musculoskeletal Questionnaire* (NMQ). Nesta fase, procurou-se, assim, conciliar uma vertente quantitativa baseada em dados objetivos e uma vertente qualitativa baseada na observação direta e na perceção dos trabalhadores. Os métodos utilizados nesta abordagem são complementares, proporcionando uma avaliação mais fidedigna e suportada na realidade.

Numa segunda fase prática, e por forma a responder aos dois últimos objetivos, este trabalho centrou-se na melhoria do processo de *repacking*, recorrendo a ações de melhoria contínua, cujo principal objetivo passa por diminuir o excesso de *Work In Process* (WIP) nas áreas de *repacking*, ao mesmo tempo que se eliminam os desperdícios associados ao processo.

### **1.3. Estrutura do trabalho**

Por forma a explicar todo o desenvolvimento em torno do presente projeto, estruturou-se o relatório em 5 capítulos. No presente capítulo é apresentada a motivação para o tema, os objetivos do trabalho e metodologia adotada.

No segundo capítulo, é descrito o estado da arte que constitui a base científica do trabalho a desenvolver. Este capítulo apresenta-se subdividido em vários tópicos. Inicialmente é apresentado o conceito de ergonomia que tem evoluído ao longo do tempo. Posteriormente, são apresentadas e analisadas as lesões diagnosticadas em contexto de trabalho, bem como os fatores de risco a elas associadas. Por último, é colocada ênfase na prevenção que é considerada fundamental para mitigar a exposição dos trabalhadores aos fatores de risco das suas atividades.

De seguida, no capítulo terceiro, é feita a descrição dos processos envolvidos neste trabalho, dando uma visão global e abrangente do armazém para contextualizar o processo em estudo. Para facilitar a compreensão dos postos de trabalho é feita uma descrição geométrica dos mesmos.

A metodologia é abordada no quarto capítulo onde são descritos os métodos utilizados e a fundamentação para a sua utilização.

Por último, são expostos os resultados apurados bem como são apresentadas proposta de melhorias, quer a nível ergonómico, quer a nível do processo em estudo.

## 2. ESTADO DA ARTE

### 2.1. Conceito de ergonomia

Ergonomia é a ciência que estuda a coordenação das interações do ser humano com o meio envolvente e que aplica metodologias e conhecimento científico para melhorar o bem-estar humano e a performance global das empresas. A ergonomia é responsável pela avaliação das tarefas, dos produtos e do sistema de trabalho de forma a torná-lo mais agradável para os trabalhadores (IEA, 2018). Deve seguir quatro princípios de acordo com Stephen Pheasant (2014): performance do sistema, conforto, segurança, saúde e qualidade de vida das pessoas. Dennerlein, definiu ergonomia como a conjugação entre a capacidade do ser humano e carga de trabalho (Dennerlein, 2014). Do ponto de vista de Wilson (2000) a ergonomia tem duas vertentes: a primeira pretende entender a interação entre as pessoas e o sistema envolvente onde dá especial atenção às necessidades, capacidades e limitações das pessoas; a segunda vertente foca-se no desenho e desenvolvimento de sistemas que maximizam a performance das pessoas, diminuindo as limitações e satisfazendo as necessidades das mesmas.

O conceito de ergonomia tem vindo a evoluir ao longo do tempo e sofreu algumas especializações em diferentes domínios de acordo com o tipo de interação entre o Homem e Sistema envolvente. A *International Ergonomics Association* (IEA, 2018) propõe três domínios diferentes para ergonomia:

- Ergonomia física: foca-se no estudo da atividade física do ser humano baseado na anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica. Os tópicos centrais são as LMERT, postura no trabalho, MMC, movimentos repetitivos, o *layout* do posto de trabalho e, ainda, a segurança e saúde do trabalhador.
- Ergonomia cognitiva: centra-se nos processos mentais como a perceção, memória, raciocínio, resposta motora, relacionados com as interações entre as pessoas e outros elementos do sistema. Carga de trabalho mental, tomada de decisões, interação homem-computador, *stress* e formação são os tópicos principais da ergonomia cognitiva.
- Ergonomia organizacional: coloca o ênfase na otimização dos sistemas sociotécnicos. Exemplo disso são as estruturas organizacionais, políticas e processos. Este domínio da ergonomia inclui a comunicação, projetos de trabalho, programação do trabalho em grupo, projetos participativos, trabalho cooperativo,

cultura organizacional, novos paradigmas do trabalho, tais como organizações virtuais e trabalho à distância.

Como já foi anteriormente referido, a ergonomia tem como foco principal a prevenção de LMERT de modo a melhorar a saúde e bem-estar do trabalhador e, consequentemente aumentar a produtividade dos mesmos (Dennerlein, 2014). No entanto, os programas de melhoria das condições ergonómicas tendem a ser reativos, isto é, apenas são tomadas ações após haver queixas por parte dos trabalhadores, desenvolvimento de LMERT e absentismo. Nesse sentido, no artigo “*Ergonomics management with a proactive focus*”, os autores Fernandes, Hurtado e Batiz (2015) propõem um modelo que pretende melhorar a gestão do risco ergonómico e desta forma diminuir o absentismo e melhorar a saúde dos trabalhadores (Figura 1). Este modelo divide-se em quatro vertentes que se complementam entre si:

- Consciência ergonómica: é de extrema importância no processo de consciencialização dos trabalhadores a fim de disseminar a cultura da prevenção.
- Correções ergonómicas: este modelo prevê uma postura preventiva no que diz respeito à classificação e avaliação do risco ergonómico do local de trabalho. Desta avaliação surge uma priorização de intervenção nos postos de trabalho de acordo com o potencial de desconforto músculo-esquelético.
- *Design* ergonómico: para uma gestão mais eficiente do risco ergonómico são inseridas fases no desenvolvimento de novos postos de trabalho que garantem o cumprimento de requisitos ergonómicos. Isto possibilita antecipar restrições biomecânicas e evita futuras intervenções e alterações no posto de trabalho.
- Participação: a participação no processo de melhorias ergonómicas é fundamental para disseminar a cultura de prevenção. Além disso, permite identificar rapidamente algumas das vulnerabilidades do posto de trabalho e validar as melhorias implementadas.

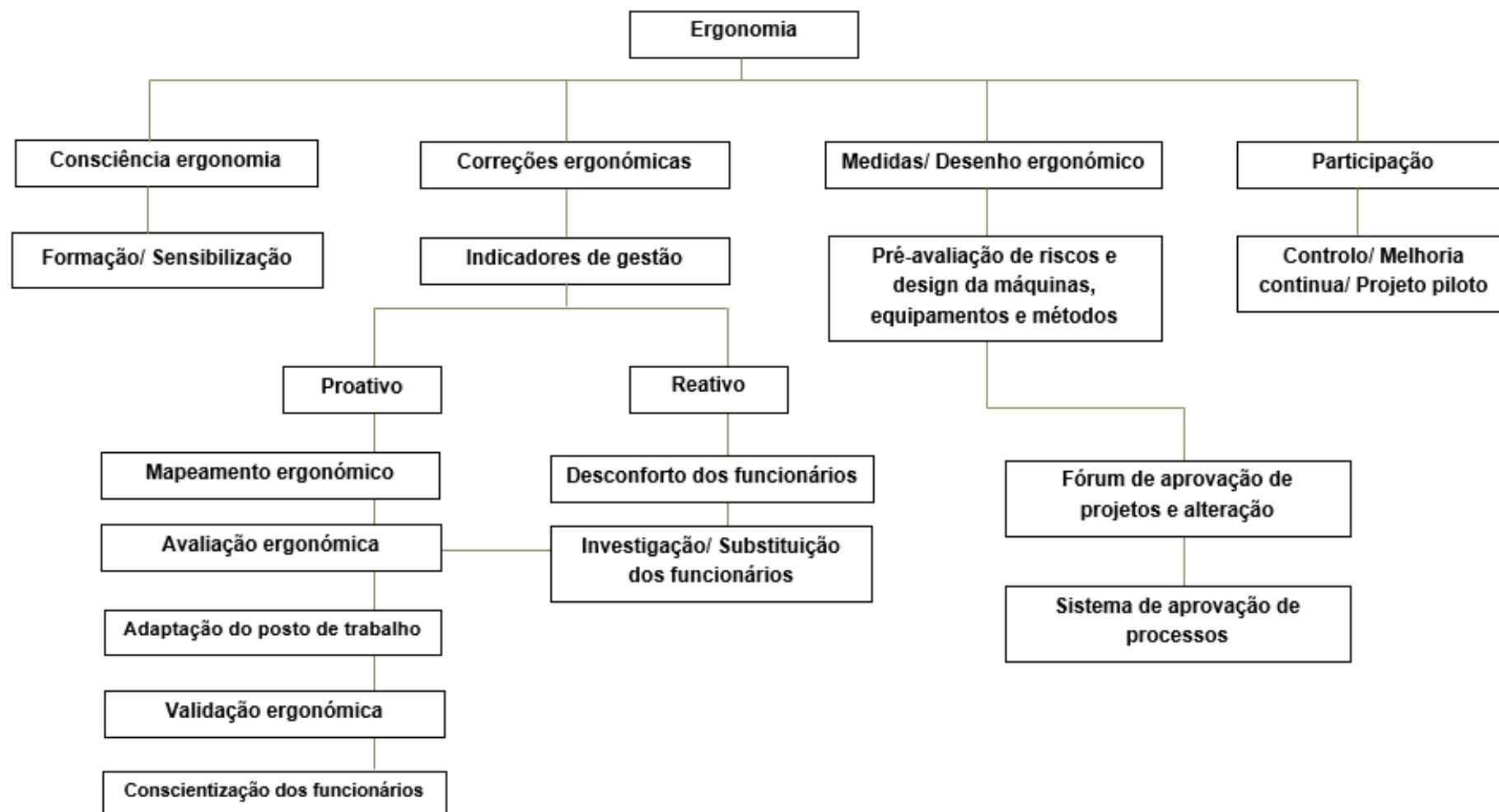


Figura 1 - Modelo de gestão de risco ergonómico(adaptado de Fernandes et al., 2015)

## 2.2. Lesões músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho

Lesões músculo-esqueléticas relacionados com o trabalho referem-se a distúrbios músculo-esqueléticos onde as condições e o desempenho do trabalho contribuem significativamente para o desenvolvimento das mesmas (Cohen, Gjessing, Fine, Bernard, & McGlothlin, 1997). As LMERT afetam os músculos, nervos, tendões, ligamentos, articulações, cartilagens e discos intervertebrais e, normalmente, desenvolvem-se de forma gradual (Isabel Nunes, 2009; Punnett & Wegman, 2004). Estas afetam mais frequentemente as regiões do pescoço, ombros e zona lombar, especialmente em colaboradores que desenvolvem atividades caracterizadas pela repetição e monotonia (Bernard, 1997; Punnett & Wegman, 2004). Atividades que obrigam a um contínuo manuseamento e elevação de objetos pesados, realizadas com posturas corporais incorretas, conduzem à deterioração do sistema músculo-esquelético dos trabalhadores e ao aparecimento de LMERT (Calzavara, Glock, Grosse, Persona, & Sgarbossa, 2017; Toomingas, 1998). Estas características são comuns em trabalhos que exigem baixas qualificações e estão associados a altos níveis de *stress* psicofisiológico. As LMERT representam o tipo de problema de saúde mais comum entre os trabalhadores europeus. Deste grupo, cerca de 24% queixa-se de lombalgias e 22% queixa-se de dores musculares (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2007).

O crescente interesse na avaliação e no estudo das LMERT deve-se ao facto destas contribuírem para o desconforto e diminuição da performance dos trabalhadores mas, também, porque estas representam um elevado encargo para a economia (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2007; Aptel, Aublet-Cuvelier, & Cnockaert, 2002).

O Sexto Inquérito Europeu sobre as Condições de Trabalho, realizado em 2015, avalia e calcula o índice de exposição a riscos físicos em ambiente de trabalho, segundo três indicadores: (1) riscos relacionados com a postura de trabalho, (2) riscos ambientais e (3) riscos químicos e biológicos. Este relatório conclui que o problema que mais contribui para riscos físicos, em ambientes de trabalho, é a postura do corpo durante a execução de tarefas. Segundo este estudo, 61% dos trabalhadores europeus estão expostos a tarefas que envolvem movimentos repetitivos, 32% estão expostos a tarefas que acarretam carregamento de objetos pesados e 43% estão expostos a tarefas que implicam posturas cansativas.

O quadro sintomático das LMERT pode dividir-se em três estágios de desenvolvimento. Num primeiro estágio sentem-se dores e cansaço nos membros afetados durante o período laboral, no entanto, estes sinais vão diminuindo durante as horas de repouso. No segundo estágio, as dores e o cansaço ocorrem no início do período laboral e persistem à noite. Aqui ocorre uma diminuição da capacidade de trabalho repetitivo. Um terceiro estágio, caracterizado pela fadiga e fraqueza nas horas de repouso, pode-se traduzir num impedimento de realização de tarefas, inclusive, leves.

A Tabela 1 apresenta uma síntese das lesões músculo-esqueléticas relacionadas com trabalho, os fatores de riscos e os sintomas associados.



Tabela 1 - Lesões músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho, fatores de risco e sintomas (adaptado de CCOSHS, 2014)

<b>Distúrbios identificados fatores de risco e sintomas</b>		
<b>Distúrbio</b>	<b>Fatores de Risco</b>	<b>Sintomas</b>
Tendinite	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimentos repetitivos dos punhos</li> <li>• Movimentos repetitivos dos ombros</li> <li>• Hiperextensão dos braços</li> <li>• Carga prolongada dos ombros</li> </ul>	Dor, fraqueza, inchaço e sensação de queimadura na área afetada
Epicondilite	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rotação forçada do antebraço e flexão do punho ao mesmo tempo</li> </ul>	Os mesmos sintomas da tendinite
Síndrome do túnel cárpico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimentos repetitivos do punho</li> </ul>	Dor, dormência, formiguelo, sensação de queimadura, perda de músculo na base do polegar, palma da mão seca
Síndrome de <i>DeQuervain</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Torção repetitiva da mão e aperto forte</li> </ul>	Dor na base do polegar
Síndrome do desfiladeiro torácico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flexão prolongada do ombro</li> <li>• Extensão dos braços acima da altura do ombro</li> <li>• Transporte de cargas no ombro</li> </ul>	Dor, dormência, mãos inchadas
Síndrome tensional do pescoço	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Postural restrita prolongada</li> </ul>	Dor

### **2.3. Lesões músculo-esqueléticas em armazéns**

Um dos processos mais importantes nos armazéns é o *picking* de materiais que estão distribuídos em diferentes pontos do armazém. Tipicamente a tarefa de *picking* é feita manualmente (Calzavara et al., 2017), sendo que vários autores identificam-na como sendo a mais dispendiosa ao nível do tempo e custos, na maioria dos armazéns (de Koster, Le-Duc, & Roodbergen, 2007).

Um estudo realizado por Dunning (2010) conclui que os setores dos transportes, armazenamento e construção, são os que, em média, apresentam maiores custos associados as LMERT. Este estudo concluiu ainda que a coluna lombar, ombros e coluna cervical são as regiões do corpo que representam maiores custos para a indústria em geral, nos Estados Unidos da América.

Jungberg, Kilbom e Hägg (1989) aconselham que as paletes ao nível do chão e as prateleiras inferiores estejam a uma altura superior, enquanto os armazenamentos em prateleiras acima da altura dos ombros devem ser eliminados, de modo a reduzir a exposição dos trabalhadores a riscos ergonómicos.

Basahel (2015) desenvolveu um estudo com o objetivo de avaliar e comparar LMERT e os fatores de risco ergonómico em duas tarefas distintas: levantar e empurrar cargas num armazém. Para isso, recorreu a 92 trabalhadores, sendo que 45 deles executavam tarefas que implicavam o levantamento de cargas e os restantes 47 executavam tarefas que implicavam puxar cargas pesadas. Os resultados permitiram concluir que tarefas de levantamento de cargas são mais propícias ao desenvolvimento de LMERT do que tarefas que implicam puxar cargas pesadas, no entanto, os punhos estão mais expostos ao desenvolvimento de LMERT em tarefas de puxar objetos.

### **2.4. Fatores de risco de desenvolvimento de LMERT**

Um fator de risco é uma condição/ aspeto presente no posto de trabalho, que pode estar diretamente associado ao desenvolvimento de um problema de saúde ou pode funcionar apenas como um desencadeador de um problema (Simoneau, St-Vincent, & Chicoine, 1996; Sluiter, Rest, & Frings-Dresen, 2001). A maioria das LMERT desenvolvem-se ao longo do tempo e, geralmente, tem origem na conjugação de vários fatores (Anyfantis & Biska, 2017; Simoneau et al., 1996; WHO, 1985). As LMERT resultam, na maioria das vezes, de efeitos cumulativos de forças de menor amplitude. Essas forças ocorrem em momentos de esforço excessivo, movimentos e atividades repetitivas, ações de força,

vibrações, postura extremas e posturas estáticas prolongadas (S. Gallagher, Barbe, Massicotte, & Barr-Gillespie, 2013; Hauret, Jones, Bullock, Canham-Chervak, & Canada, 2010). Este facto constitui um grande desafio para o estudo epidemiológico (WHO, 1985). Vários autores identificaram tarefas que exigem trabalho físico excessivo, levantamento de cargas, força, posturas corporais incorretas, postura estática de trabalho, movimentos repetitivos, tarefas sujeitas a vibrações e exposição a temperaturas baixas, como alguns fatores de risco físico associados ao desenvolvimento de LMERT (Armstrong, Radwin, Hansen, & Kennedy, 1986). No entanto, os fatores de risco não se limitam apenas aos fatores de risco físico, podendo também ser de origem psicossocial e individual (Bernard, 1997; WHO, 1985).

Alguns autores dividem os fatores em físicos e não físicos pelo que podem ser entendidos como fatores de risco de origem física e fatores de risco de origem psicossocial ou individual, respetivamente. Enquanto os fatores físicos podem ser a postura, força, vibração, entre outros; os fatores não físicos têm a ver com o *stress*, autonomia, ritmo de trabalho, suporte social por parte da organização, entre outros (Sluiter et al., 2001). Segundo Monroe Keyserling, Wiggermann, Werner, & Gell (2010), o método de trabalho de cada operador influencia a exposição dos mesmos a determinados fatores de risco, no entanto, este aspeto é muitas vezes desvalorizado e pouco estudado no âmbito da avaliação dos fatores de risco associados a um determinado posto de trabalho. O método de trabalho pode ser influenciado por muitos fatores, entre os quais, a altura do trabalhador, que pode determinar o tempo de flexão do tronco quando se pretende pegar numa carga, e a mão de trabalho, visto que o método pode variar bastante dependendo se o trabalhador é dextro ou canhoto. Assim sendo, pode considerar-se que a exposição diária aos vários fatores de risco é determinada pela interação entre o método de trabalho de cada individuo e os fatores de risco organizacionais e físicos.

De seguida, são apresentados detalhadamente os fatores de risco acima nomeados.

### **2.4.1. Fatores de risco de natureza física**

Os fatores de risco de natureza física englobam aspetos como a postura, a repetibilidade, a força aplicada e as vibrações (Serranheira, 2007). Estes aspetos são influenciados pelas características e *layout* do posto de trabalho, *design* do equipamento e design das ferramentas de trabalho (Monroe Keyserling et al., 2010; Serranheira, 2007).

#### **2.4.1.1. Postura**

A postura é definida de acordo com quatro aspetos: o alinhamento biomecânico, a orientação espacial das secções do corpo, a posição relativa entre os vários segmentos do corpo e a atitude corporal adotada para realizar as tarefas (Vieira & Kumar, 2004). A postura adotada pelos membros superiores está entre os aspetos que mais contribuem para o aparecimento de distúrbios músculo-esqueléticos. A avaliação da postura de trabalho deve ter em conta a frequência, duração da mesma e o movimento de quatro segmentos anatómicos: braços/ombros, cotovelo, punho e mão. Manter uma posição estática durante longos períodos de tempo pode comprimir as veias e capilares dentro dos músculos o que conduz ao aparecimento de micro-lesões devido à falta de oxigenação dos tecidos (Colombini, Occhipinti, & Grieco, 2002). O estudo das posturas de trabalho ajuda a estabelecer diretrizes que conduzem a uma melhoria das condições de trabalho, reduzindo o risco biomecânico e melhorando o controlo das lesões músculo-esqueléticas. Além disso, a avaliação das posturas de trabalho permite projetar programas de tratamento específicos para a reabilitação dos trabalhadores (Vieira & Kumar, 2004).

#### **2.4.1.2. Movimentos repetitivos**

Os autores Silverstein, Fine e Armstrong (1986) classificam tarefas repetitivas como sendo de baixa e alta frequência de acordo com o tempo de ciclo da tarefa e a duração dos movimentos em cada ciclo. No caso do tempo de ciclo ser inferior a 30 segundos ou do movimento repetitivo acontecer durante pelo menos 50% do tempo de ciclo, o autor classifica a tarefa como sendo repetitiva de alta frequência; se o tempo de ciclo for superior a 30 segundos ou o movimento repetitivo acontecer durante menos do que 50% do tempo de ciclo, esta é considerada uma tarefa repetitiva de baixa frequência. Segundo Serranheira (2007) a automatização e a robotização não conseguem reproduzir processos produtivos capazes de garantir a versatilidade e a qualidade exigida pelo mercado, pelo que o ser humano continua a ser a opção mais viável nos processos de montagens de produtos, nas linhas de produção. Um estudo recente, levado a cabo por McDonald (2017),

revelou que o trabalho repetitivo tem impacto na atividade muscular podendo conduzir a fadiga muscular e mental.

#### **2.4.1.3. Força**

Num documento da Direção-Geral da Saúde, realizado no âmbito do Programa Nacional Contra as Doenças Reumáticas, considera-se elevada a força necessária para manipular cargas superiores a 4kg e chama a atenção que forças ligeiras realizadas com as mãos podem também resultar no aparecimento de LMERT. Sugere, ainda, que a força aplicada em situações de postura estática é sempre mais penosa do que força aplicada em movimento (Queiroz et al., 2008). Os autores Sean Gallagher e Heberger (2013) sugerem que existe uma interdependência entre força e repetição em relação ao risco de desenvolvimento de LMERT. Acrescentam, ainda, que a repetição resulta em aumentos moderados do risco das tarefas que implicam força de baixa intensidade, mas aumenta, consideravelmente, o risco em tarefas que exigem aplicação de força de alta intensidade.

#### **2.4.1.4. Vibrações**

A exposição do corpo humano a vibrações tem sido estudada desde a década de 1950 (Hinz, Seidel, Menzel, & Blüthner, 2002). Atualmente, é reconhecido que a exposição não intencional a vibrações resultantes da ocupação dos indivíduos tem efeitos colaterais negativos que são conhecidos por perturbar a região da coluna, os sistemas reprodutivo, visual e auditivo, podendo conduzir ao deslocamento do disco intervertebral, degeneração das vértebras espinais, perda auditiva ou deficiências visuais (Abercromby et al., 2007). Em 1997, Bernard (1997) fez uma extensa revisão literária e conclui haver uma forte relação entre a exposição a vibrações e lesões nas costas.

#### **2.4.2. Riscos de natureza organizacional e psicossocial**

A Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho afirma que os riscos psicossociais têm origem no contexto social do trabalho, em deficiências na conceção, organização e gestão do trabalho, e pode gerar efeitos negativos nos indivíduos a nível psicológico, físico e social (European Agency for Safety and Health at Work, 2012). Os fatores de risco de natureza organizacional são muitas vezes difíceis de identificar e de complexa compreensão (Simoneau et al., 1996).

Na Europa, segundo o sexto *European Working Condition Survey* (EWCS), é de notar que 36% dos trabalhadores inquiridos afirmaram trabalhar com prazos apertados, 33% num

ritmo acelerado e, por fim, um em cada dez trabalhadores (10%) afirmou “nunca” ou “raramente” ter tempo para fazer o seu trabalho (EU-OSHA European Agency for Safety and Health at Work, 2017).

Existem inúmeros estudos que associam diferentes fatores de risco organizacional com o desenvolvimento de lombalgias (Alperovitch-Najenson et al., 2010; Sterud & Tynes, 2013; Vargas-Prada et al., 2013). Um estudo desenvolvido por Alperovitch-Najenson et al., (2010) com o intuito de avaliar a prevalência de LMERT entre condutores de autocarro em Israel, revelou uma forte associação entre o aparecimento de lombalgias e fatores de risco psicossociais, entre os quais, tempo descanso limitado durante um dia de trabalho e contacto passageiros hostis. Mais recentemente, num estudo realizado na Noruega, foram inquiridos 6745 trabalhadores com vista a analisar cinco fatores de risco psicossociais e sete fatores de risco físico (Sterud & Tynes, 2013). Concluiu-se com o estudo que cerca de 12,8% reportaram lombalgia durante o ultimo mês, sendo a alta carga de trabalho e o baixo controlo sobre as tarefas executadas, apontados como preditores de lombalgias. Em relação aos fatores de risco físico, constatou-se ainda que elevados períodos de tempo em pé e agachamento contribuem também para dores da região lombar. No entanto, nesse mesmo estudo não foi identificada nenhuma associação entre os fatores de risco psicossociais e físicos (Sterud & Tynes, 2013).

#### **2.4.3. Riscos individuais**

O estudo dos fatores de risco individual ajuda as organizações a identificarem as limitações dos seus colaboradores e a desenvolver planos de treino adequados às características dos mesmos (Nunes & Pamela, 2012). A capacidade de resposta aos diferentes fatores de risco depende das características de cada indivíduo e a performance dos mesmos pode variar de acordo com a idade e género (Bernard, 1997; Nunes & Pamela, 2012). A relação entre os fatores de risco de carácter individual e o desenvolvimento de LMERT é complexa e difícil de compreender (Bernard, 1997). Segundo Nunes & Pamela, 2012, o risco de desenvolvimento de LMERT é maior no sexo feminino devido a diferenças antropométricas, problemas hormonais e força muscular.

Num estudo desenvolvido tendo por base uma população de trabalhadores da indústria no calçado, concluiu-se que as mulheres mais jovens têm maior prevalência de sintomas nos últimos 12 meses relacionados com LMERT (Vieira et al., 2015). Ainda neste estudo, concluíram que existe uma significativa diferença entre o sexo feminino e o masculino, na

prevalência de LMERT. Outros autores também identificaram a idade e o gênero como significativos preditores de sintomas relacionados com LMERT.

Tabagismo e histórico clínico foram apontados como fatores que aumentam significativamente o risco associado a lesões na região do quadril (Werner, Gell, Hartigan, Wiggermann, & Keyserling, 2011).

A implementação de programas de prevenção de LMERT deve considerar as diferenças entre o sexo masculino e feminino (Vieira et al., 2015).

#### **2.4.4. Fatores de risco associados às regiões do corpo**

Segundo Bernard (1997), as regiões do corpo mais afetadas pelas LMERT são: pescoço, ombros, cotovelo, mão/punho e costas. As lesões músculo-esqueléticas podem ter diferentes fatores de desenvolvimento de acordo com as diferentes regiões do corpo.

Um estudo conduzido por Nur, Dawal e Dahari, em 2014, com o intuito de identificar a prevalência de LMERT em trabalhadores da indústria automóvel concluiu que, nos últimos 12 meses, estes haviam sentido desconforto no pescoço (49,3%), mãos/punho (48,0%) e ombros (46,7%), sendo que no global, 76,97% dos trabalhadores já apresentavam sintomas de LMERT. Os trabalhadores da indústria automóvel que executam tarefas repetitivas estão expostos a riscos propícios ao desenvolvimento de LMERT.

Em 2010, Van Rijn, Huisstede, Koes e Burdorf verificaram que tarefas que implicam movimentos repetitivos, manipulação manual de cargas, vibrações, trabalho estático da mão e extensão total do cotovelo, estão associadas a diferentes lesões no cotovelo, como por exemplo, epicondilites ou síndrome do túnel radial.

O estudo conduzido por Labbafinejad, Danesh e Imanizade (2017) sobre LMERT em trabalhadores que executam tarefas de embalagem, na indústria farmacêutica, revelou uma associação entre dores nos ombros e o histórico de trabalho, tabagismo e nível de educação. Revelou, ainda, associação entre dores no punho e o trabalho por turno e a idade.

Miranda, Punnett, Viikari-Juntura, Heliövaara e Knekt (2008) observaram que trabalhadores que estão expostos a movimentos repetitivos e vibrações aumentam o risco de desenvolvimento de LMERT nos ombros.

Leclerc, Chastang, Niedhammer, Landre e Roquelaure, em 2004, concluíram que tanto o uso repetitivo de ferramentas, para os homens, como tarefas que implicam trabalhar com

os braços acima do nível dos ombros e ferramentas vibratórias, para as mulheres, contribuem para o aparecimento de LMERT nos ombros.

Um estudo desenvolvido por Andersen et al. (2003) concluiu que a exposição a movimentos repetitivos contribui significativamente para LMERT no pescoço, no entanto flexão do pescoço e baixo tempo de recuperação também contribuem, mas de forma menos significativa. Por fim, ao nível dos riscos psicossociais, é de notar a relação entre o baixo poder de decisão e o excesso de carga de trabalho no desenvolvimento de LMERT no pescoço.

Na Tabela 2 encontram-se resumidos os fatores de risco associados às diferentes regiões do corpo relativos aos estudos analisados neste subcapítulo.



Tabela 2 - Fatores de risco associados a diferentes regiões do corpo

Região do Corpo	Fatores de Risco	Autores
Pescoço	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimentos repetitivos;</li> <li>• Flexão do pescoço;</li> <li>• Baixo tempo de recuperação;</li> <li>• Carga de Trabalho;</li> <li>• Baixa poder de decisão no trabalho.</li> </ul>	(Andersen et al., 2003)
Ombros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sexo masculino: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Uso repetitivo de ferramentas.</li> </ul> </li> <li>• Sexo feminino: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vibração;</li> <li>▪ Trabalhar com os braços acima do nível dos ombros.</li> </ul> </li> </ul>	(Leclerc et al., 2004)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Histórico de trabalho;</li> <li>• Tabagismo;</li> <li>• Nível de educação;</li> <li>• Idade.</li> </ul>	(Labbafinejad et al., 2017)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimentos repetitivos;</li> <li>• Vibração.</li> </ul>	(Miranda et al., 2008)
Punho	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabalho por turnos;</li> <li>• Idade.</li> </ul>	(Labbafinejad et al., 2017)
Coluna Lombar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flexões extremas do tronco;</li> <li>• Levantamento/ manipulação manual de cargas;</li> <li>• Empurrar ou puxar objetos pesados;</li> <li>• Vibrações.</li> </ul>	(Murtezani, Ibraimi, Sllamniku, Osmani, & Sherifi, 2011)
Cotovelos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipulação manual de cargas;</li> <li>• Extensão total do cotovelo;</li> <li>• Trabalho estático da mão;</li> <li>• Movimentos repetitivos.</li> <li>• Baixo suporte social.</li> </ul>	(Van Rijn et al., 2010)
Membros Superiores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimentos repetitivos.</li> </ul>	(Nur et al., 2014)

## 2.5. Prevenção de LMERT

Os autores Macdonald e Oakman (2015) sugerem que um bom sistema de gestão de LMERT deve ser sustentado por procedimentos de controlo e avaliação holísticos, que abranjam todos os riscos associados a cada posto de trabalho e não apenas isoladamente. Acrescentam ainda que estes procedimentos devem apoiar e ter em conta as sugestões dos trabalhadores.

A *European Agency for Safety and Health at Work* (1989) propõem na diretiva 89/391 alguns princípios gerais para a prevenção, entre os quais:

- Adaptar o posto, equipamentos e métodos de trabalho aos colaboradores;
- Desenvolver um plano de prevenção que tenha em conta a organização do trabalho, as condições de trabalho e os fatores psicossociais e organizacionais;
- Evitar o risco;
- Avaliar os riscos que não possam ser evitados;
- Eliminar o risco na sua origem.

Os programas de prevenção de LMERT podem ter um impacto muito positivo tanto ao nível das organizações como ao nível dos colaboradores das mesmas. Estes programas podem contribuir para a redução de custos relacionados com o tratamento de LMERT, para o aumento da flexibilidade e para melhorar o bem-estar dos trabalhadores.

De acordo com (Gasibat, Simbak, & Aziz, 2017), o exercício físico é a terapia mais usada para o tratamento de LMERT. O recurso ao alongamento do corpo oferece vários benefícios para os trabalhadores e pode melhorar o estado de espírito e a coesão da equipa.

Um trabalho desenvolvido por Moore, em 1998, demonstrou que a implementação de um programa de alongamentos no trabalho aumenta a flexibilidade dos trabalhadores e pode ajudar a prevenir lesões devido a distensões musculares.

Para Hess e Hecker (2003), os programas de alongamentos devem ser elaborados de acordo com as características do trabalho ou de acordo com a região do corpo. Durante o desenvolvimento de um programa de alongamentos, no local de trabalho, deve-se ter em consideração os seguintes aspetos:

- 5 minutos de aquecimento antes dos alongamentos;
- Alongar no mínimo 2 a 3 dias por semana;
- O exercício deve conter:
  - Alongamentos estáticos ou contração muscular durante 20 segundos, seguido de relaxamento e depois alongamento;
  - Manter o alongamento durante 20 a 30 segundos;
  - 3 a 4 repetições por grupo muscular;

- Alongar bilateralmente;
- Alongar até sentir um leve desconforto.

Por fim, afirmam que o programa de alongamentos deve ser liderado por instrutores com formação na área e deve haver um comprometimento por parte da empresa em relação ao tempo despendido nestes exercícios e aos custos indiretos do programa.

Pode dizer-se que o conhecimento sobre a relação entre a exposição a fatores de risco e o seu efeito é insuficiente, pelo que esta área necessita de um estudo mais aprofundado, por forma a desenvolver ferramentas e estratégias de prevenção de LMERT mais eficazes (Kilbom A, Armstrong T, Buckle P, 1996).

### 3. DESCRIÇÃO DO PROJETO

O presente projeto foca-se na avaliação ergonómica e na otimização de um dos processos que assegura o fornecimento dos materiais solicitados pelas linhas de produção.

Este capítulo inicia com a descrição macro dos processos que ocorrem dentro do armazém da empresa e, posteriormente, apresenta de forma pormenorizada a sequência das tarefas executadas pelos trabalhadores, o *layout* onde decorre o processo de *repacking* e a geometria dos postos de trabalho.

#### 3.1. Descrição dos processos de armazém

O projeto desenvolve-se num armazém de uma empresa que produz sistemas de segurança e vigilância. Para facilitar a gestão dos processos do armazém, este é gerido por duas equipas designadas por LOG1 e LOG2, que trabalham conjuntamente. A equipa de LOG2 é responsável pelos seguintes processos: receção dos materiais e expedição do produto acabado; e, a equipa de LOG1 é responsável pela alocação, reposição e abastecimento das linhas de produção.

O processo de armazém inicia-se com o rececionamento dos materiais de acordo com a janela horária negociada com as empresas de transporte e, de seguida, estes materiais são devidamente conferidos para garantir que chegam às instalações nas devidas condições, dentro do prazo de validade e na quantidade encomendada. De seguida, LOG1 inicia o processo de alocação dos materiais previamente rececionados que são repostos nas áreas de *repacking*, responsáveis pelo abastecimento das linhas de produção. A frequência do processo de reposição é ditada pelo ritmo de produção que pode variar ao longo do turno. O abastecimento das linhas de produção é assegurado por três entidades distintas: *repackers*, *milk-runs* e *PoUP (Point of Use Provider)*. Atualmente existem 11 áreas de *repacking* que abastecem os contentores com os respetivos materiais solicitados pela produção, 5 *milk-runs* que transportam os materiais em contentores desde o armazém até aos supermercados das linhas de produção e por fim, 11 *PoUPs* que transportam os materiais em contentores desde o supermercado até aos bordos de linha. Os *milk-runs* e os *PoUPs* também asseguram o retorno dos contentores vazios até às áreas de *repacking*. As ordens de transferência de materiais e a comunicação entre as linhas de produção e as áreas de *repacking* são assegurados pelo sistema de cartões *kanban*, que são transportados nos contentores desde a rampa de saída das linhas de produção até à rampa de entrada das áreas de *repacking*.

### 3.2. Descrição do processo de repacking

O processo seguidamente descrito é composto por tarefas cíclicas que se repetem a cada 30 minutos (Tabela 3) e tarefas acíclicas (Tabela 4), sendo estas últimas realizadas de acordo com a necessidade de reposição de material na zona de *picking* e de acordo com a necessidade de colocar os resíduos produzidos no posto de reciclagem (posto de trabalho número 5). O processo de *repacking* inicia no posto de trabalho número 1 (Figura 2) onde se procede à recolha dos contentores vazios trazidos pelo *milk-run*.

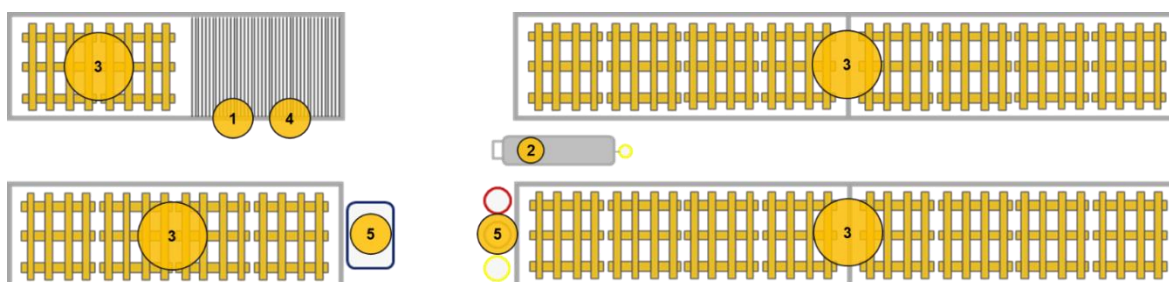


Figura 2 - Posto de Trabalho/ Layout área de *repacking*

O posto de trabalho número 2 diz respeito à mesa de *repacking* onde são colocados os contentores e que serve de apoio para o transporte dos mesmos ao longo da área de trabalho. De seguida, o *repacker* lê a referência do material que deve abastecer e a coordenada que indica a localização do respetivo material no posto de trabalho número 3. Após esta tarefa, o *repacker* efectua o *picking* dos materiais e abastece os contentores vazios. Posteriormente, o operador desloca novamente a mesa de *repacking* até ao posto de trabalho número 4 (rampa de saída) onde faz a leitura dos códigos de barras do cartão *kanban* utilizando o PDA (*Personal Digital Assistant*) e, por fim, coloca os contentores anteriormente abastecidos na rampa de saída.

Tabela 3 - Tarefas cíclicas

Descrição da tarefa	Posto de trabalho
1. Recolha dos contentores vazios na rampa de entrada	PT1/ PT2
2. Leitura da referência e coordenada	PT2
3. Picking dos materiais/ Abastecimento dos contentores	PT3
4. Leitura dos códigos de barras do cartão kanban	PT2
5. Colocação dos contentores abastecidos na rampa de saída	PT2/ PT4

Para otimizar o processo de *picking* e abastecimento dos contentores os *repackers* colocam as caixas numa zona de rápido acesso na estante (zona de *picking*) e abrem a mesma utilizando um xizato. Seguidamente, efetuam a reciclagem dos resíduos que resultam desta operação.

Tabela 4 - Tarefas acíclicas

Descrição da tarefa	Posto de trabalho
1. Colocar caixas na zona de picking	PT3
2. Fazer a reciclagem dos materiais	PT5

### 3.3. Geometria do posto de trabalho

O desenho e a geometria dos postos de trabalho representam um fator muito importante na qualidade ergonómica dos mesmos e no desempenho dos trabalhadores. Neste subcapítulo serão apresentados os desenhos de quatro dos cinco postos de trabalho que constituem a área de *repacking* em estudo, tal como é possível ver no *layout* apresentado na (Figura 2).

O posto de trabalho número 1 diz respeito à rampa de entrada de contentores vazios. Esta rampa tem uma inclinação de aproximadamente 10% para que os contentores deslizem até à altura de pega que é de 153 centímetros (Figura 3).

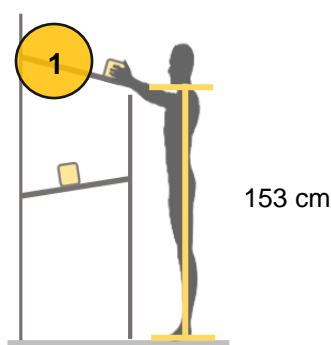


Figura 3 - Posto de trabalho 1

O posto de trabalho número 2 diz respeito à mesa de *repacking* (Figura 4) que é usada para facilitar o transporte dos contentores ao longo da área de *repacking*. A mesa tem três

níveis para colocar e transportar contentores, no entanto, apenas o nível superior é utilizado pelos trabalhadores. Os restantes dois níveis são utilizados para colocar os materiais de limpeza da área de *repacking* e os cartões *kanban* dos materiais que não têm *stock* disponível.

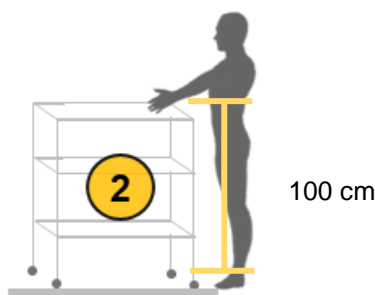


Figura 4 - Posto de trabalho 2

O *picking* e abastecimento dos contentores é efetuado no posto de trabalho número 3 (Figura 5). Este posto estende-se ao longo do corredor no nível 1 e 2 das estantes do armazém, onde estão armazenados os materiais que são gastos nas linhas de produção que cada área de *repacking* abastece. O nível 1 inicia a 20 centímetros do solo e vai até aos 110 centímetros e o nível 2 inicia aos 120 centímetros e estende-se até aos 210 centímetros. Em cada um dos dois níveis existe uma zona de *picking* que é próxima do corpo do trabalhador para facilitar o processo de abastecimento. Estas zonas são representadas pelas caixas azuis visíveis na Figura 5.

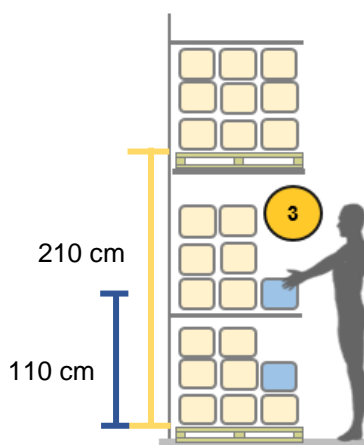


Figura 5 - Posto de trabalho 3

O posto de trabalho 4 (Figura 6) designado por rampa de saída é semelhante ao posto de trabalho número 1. Neste posto são colocados os contentores previamente abastecidos, no entanto, a rampa de saída está a 110 cm de altura.

Podemos verificar que a rampa de entrada é superior à rampa de saída visto que na rampa de saída são colocados contentores com um peso médio superior porque já contém materiais.

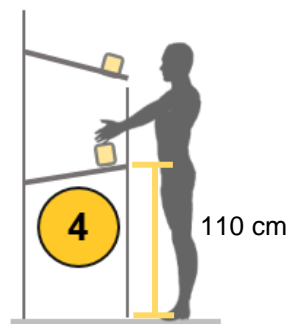


Figura 6 - Posto de trabalho 4



#### 4. METODOLOGIA

A estratégia para a elaboração do projeto divide-se em diferentes fases: avaliação ergonómica do posto de trabalho que implica a recolha de dados e tratamento dos mesmos, apresentação e implementação de melhorias ergonómicas e otimização do processo de abastecimento das linhas de produção.

Existem inúmeros métodos de avaliação que estão disponíveis na literatura, no entanto e de acordo com o tipo de posto de trabalho sobre a qual este projeto incide, os métodos selecionados asseguram uma avaliação detalhada de movimentos repetitivos e movimentos que implicam manipulação manual de cargas (MMC).

Para efetuar a avaliação ergonómica dos postos de trabalho recorreu-se a um *software* disponibilizado pela empresa, designado por IGEL (*Integrated Calculation of the Load Limits*). Este *software* agrega 7 métodos que se aplicam em diferentes situações consoante as características do posto de trabalho.

Numa fase inicial do projeto procedeu-se à identificação das tarefas do processo em estudo para facilitar e aplicar de forma correta os métodos de avaliação ergonómica. Após a identificação das tarefas decidiu-se recorrer ao método NIOSH para avaliar as tarefas de baixa frequência e que implicam MMC. Este método permite calcular o peso limite recomendado (Waters, Putz-Anderson, Garg, & Fine, 1993) e baseia-se na avaliação da postura corporal e na medição da carga de trabalho (Mengoni, Matteucci, & Raponi, 2017). Aplica-se em situações onde se verifica transporte de cargas superiores a 3kg, com uma distância percorrida inferior a 2 metros e durante menos de 5 segundos. É importante referir que o peso limite, calculado a partir do método NIOSH, é recomendado para aproximadamente 90% dos homens e 75% das mulheres.

No que diz respeito às tarefas de alta frequência e cíclicas recorreu-se ao método Bosch que calcula o risco associado à execução das tarefas, de acordo com a força de compressão exercida sobre o disco intervertebral L5/S1 e a taxa metabólica. O limite da força de compressão é de 3,2kN e 4,0kN para o sexo feminino e masculino, respetivamente, em indivíduos de 40 anos. Em relação a taxa metabólica o limite é de 11,5 kJ/min e de 17 kJ/min em indivíduos do sexo feminino e masculino, respetivamente (Bosch Termotecnologia, 2014).

De modo a completar a análise ergonómica dos postos de trabalho das áreas de *repacking*, recorreu-se ao método *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) para avaliar a postura do corpo. Este método divide o corpo em seis segmentos e pretende avaliar a postura corporal

em diferentes atividades de forma a antecipar o potencial desenvolvimento de LMERT associado a más posturas corporais (Hignett & McAtamney, 2000).

Os métodos anteriormente descritos avaliam objetivamente as condições ergonómicas dos postos de trabalho. No entanto, a percepção e opinião dos operadores deve ser tida em conta quando se efetua uma avaliação ergonómica. Neste sentido, recorreu-se a um questionário de autorresposta amplamente utilizado por diferentes autores e designado por *Nordic Musculoskeletal Questionnaire* (NMQ) (Kuorinka et al., 1987; Serranheira, Santos, & Cabrita, 2003). Este questionário divide-se em três partes: a primeira parte pretende caracterizar a pessoa em estudo onde são recolhidas informações como idade, peso, altura e antiguidade no posto de trabalho; na segunda parte do questionário é analisada a sintomatologia músculo-esquelética (SME) de nove regiões do corpo: coluna cervical, ombros, cotovelos, punhos/ mãos, coluna dorsal, coluna lombar, ancas/ coxas, pernas/ joelhos e tornozelos/ pés; e por último, na terceira parte é apresentada uma figura que indica onde são as nove partes do corpo analisadas neste questionário.

Por fim, com o objetivo de estipular um elemento que permita fazer a avaliação dos aspetos relacionados com a postura adotada no momento da manipulação manual de cargas, recorreu-se uma vez mais ao método REBA. A partir deste método foi criada uma *checklist* de confirmação de processo que permite analisar de forma rápida e visual se o operador adota uma postura correta ou incorreta.

## **5. RESULTADOS DO PROJETO E DISCUSSÃO**

De seguida são apresentados os resultados do projeto que incide sobre uma área de *repacking*. Na primeira parte deste capítulo são apresentados os resultados referentes à avaliação ergonómica realizada. Para facilitar a compreensão dos dados, estes são apresentados de acordo com a sequência de tarefas do processo de *repacking*. Posteriormente, são apresentadas propostas de melhoria das condições de trabalho dos trabalhadores e, por fim, são expostos os dados referentes à otimização das áreas de *repacking*.

### **5.1. Resultados da avaliação ergonómica dos postos de trabalho**

De forma a facilitar a compreensão das avaliações em cada posto de trabalho, primeiramente é descrito o movimento realizado e de seguida são apresentados os respetivos resultados.

#### **5.1.1. Posto de trabalho 1**

Este movimento diz respeito à recolha de contentores vazios da rampa de saída e colocação dos mesmos na mesa de *repacking*. A caixa azul presente na Figura 8 representa a posição inicial e final do movimento do trabalhador.

Até ao momento a legislação portuguesa não estabeleceu um limite nacional para o valor do peso da carga acumulada ao longo de dia de trabalho, pelo que este valor foi assumido como sendo igual a zero. O peso acumulado dos contentores vazios transportados desde a rampa de entrada (PT1) até à mesa de trabalho é de 127,22 kg ao longo do turno. A partir do resultado da avaliação ergonómica e da cor verde do semáforo é possível verificar que esta tarefa representa um baixo risco para os trabalhadores (Figura 7). Isto deve-se ao facto da força máxima exercida na coluna lombar ser de 1,16 kN que corresponde a um índice de elevação de 36,25% que é inferior ao índice de elevação máximo recomendado (2,71 kN).

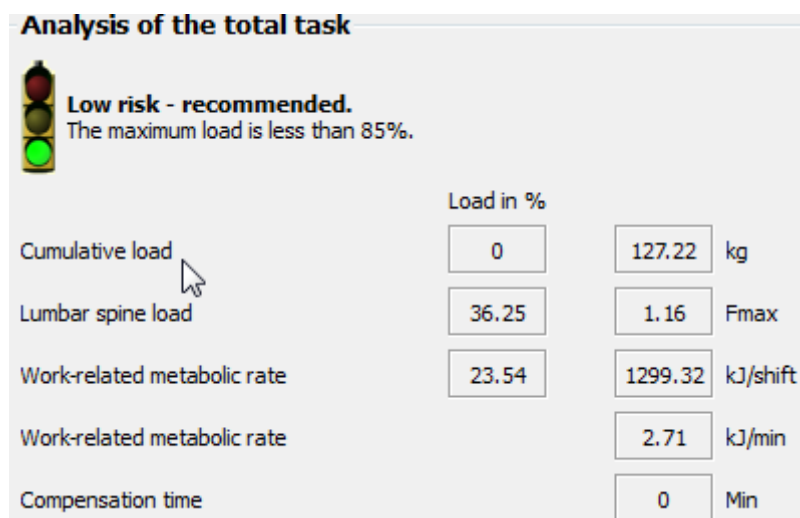


Figura 7 - Resultados da Avaliação PT1 (Imagem: Software IGEL)

De acordo a avaliação obtida a partir do método REBA (Hignett & McAtamney, 2000), o posto de trabalho 1 apresenta um risco de nível médio devido, essencialmente, à postura do braço e do antebraço (Tabela 5). Em relação ao tronco, pescoço e pernas, estes apresentam pontuações baixas visto que estes segmentos não estão sujeitos a posturas críticas. Pode-se concluir que este posto de trabalho necessita de uma intervenção para melhorar a postura adotada pelos operadores.

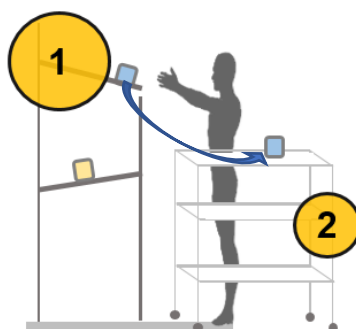


Figura 8 – Postura/ Movimento executado entre posto de trabalho 1 e a mesa de repacking

No anexo 5, encontra-se detalhado o funcionamento e modo de aplicação do método REBA.

Tabela 5 - Pontuação REBA do posto de trabalho 1

	Tronco	Pescoço	Pernas	Braço	Antebraço	Punho	Carga/Força	Pega	Atividade	REBA
Pontuação	1+1	1	1	4	2	1	0	1	1	5

### 5.1.2. Posto de trabalho 3

Este movimento diz respeito à transferência de caixas para a zona de *picking*. Para a sua avaliação, recorreu-se ao método NIOSH de forma a avaliar todos os movimentos das caixas manuseadas pelos operadores, para a zona de *picking*, ao longo de um turno. Estes movimentos podem iniciar a diferentes distâncias horizontais e verticais consoante a posição inicial da caixa. De forma a obter uma avaliação mais minuciosa dos movimentos, estes foram agrupados em seis níveis verticais e três níveis horizontais consoante a posição inicial e final da caixa. As posições iniciais no nível 2 da estante de trabalho foram classificadas de 1 a 9 e posições iniciais no nível 1 da estante de trabalho foram classificadas de A a I, tal como é possível ver na Figura 9.

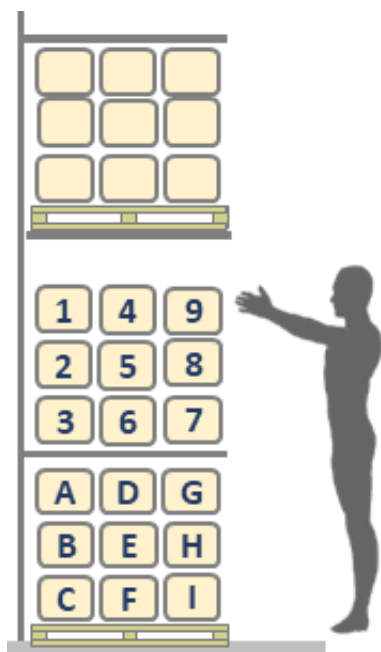


Figura 9 - Classificações dos pontos de pega e zona de picking

As alturas dos níveis verticais são 30 cm, 55 cm, 80 cm, 130 cm, 155 cm e 180 cm, e dos níveis horizontais são 30 cm, 60 cm e 90 cm. Nesta área de *repacking* são manuseadas caixas que variam entre os 3 kg e os 14 kg.

Estes movimentos foram simulados recorrendo ao *software* IGEL, sendo que os resultados obtidos são visíveis na Figura 10. Apesar da avaliação deste posto de trabalho resultar na cor vermelha do semáforo, o *software* indica que a tarefa representa um possível risco para os operadores, o que é equivalente à cor amarela. A cor vermelha deve-se ao facto de alguns movimentos iniciarem a uma distância horizontal de cerca de 80 cm e vertical de cerca de 180 cm. O método NIOSH estabelece a distância de 63 cm para o limite máximo

horizontal e 175 cm para o limite máximo vertical. A partir destes valores o multiplicador horizontal e vertical da equação NIOSH assume o valor zero (Waters, Putz-Anderson, & Garg, 1994). De acordo com T. Waters et al. (1994), movimentos que iniciam a uma distância horizontal superior a 63 cm, normalmente, levam à perda do equilíbrio do corpo pelo que não são recomendados.

Ao longo de um turno foram registados 26 movimentos de diferentes posições iniciais e finais, sendo que este movimento não ocorre em todos os ciclos de trabalho. Estes 26 movimentos representam o manuseamento cerca de 170,6 kg acumulados ao longo do turno.

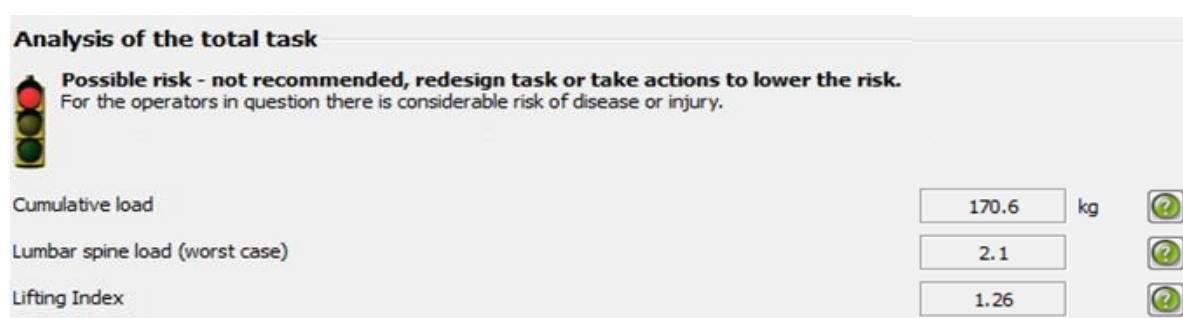


Figura 10 - Avaliação global do posto de trabalho 3 (Imagem: Software IGEL)

O *software* apenas avalia as tarefas que iniciam a uma distância horizontal e vertical dentro dos limites estabelecidos pelo método NIOSH o que resulta nos valores de 2,1 e 1,26 para o esforço sobre a coluna lombar e para o índice de elevação por tarefa, respetivamente. O índice de elevação obtém-se através da divisão entre o peso atual da carga e o peso recomendado da carga. Visto que o índice de elevação é um valor próximo de 1 pode-se afirmar que os movimentos avaliados pelo software representam um risco relativamente baixo para os trabalhadores.

A partir da tabela 6 é possível concluir que os três movimentos que representam maior risco para os operadores iniciam na posição 5 e F. Estas duas posições iniciais representam a altura máxima e mínima de pega dos movimentos avaliados pelo *software* e permite concluir que movimentos que iniciam a alturas perto do nível do solo ou a alturas perto do limite máximo estipulado pelo método, representam um possível risco para os trabalhadores.

Tabela 6 - Resultados da avaliação dos movimentos no posto de trabalho 3

Tarefa	Peso (kg)	Frequência/ Turno	FIRWL	FM	STRWL	FILI	STLI	Risco
Movimento 5 - 9	13,9	11	6,61	0,85	5,62	2,1	1,09	1
Movimento 5 - 8	13,9	3	6,61	0,85	5,62	2,1	1,09	2
Movimento F - H	14,8	1	7,56	0,85	6,43	1,96	1,26	3
Movimento D - I	14,8	2	7,83	0,85	6,66	1,89	1,22	4
Movimento E - H	14,8	1	8,17	0,85	6,94	1,81	1,17	5
Movimento E - I	14,8	1	8,17	0,85	6,94	1,81	1,17	6
Movimento 4 - 9	13,9	4	0	0,85	0	0	0	7
Movimento 2 - 6	13,9	2	0	0,85	0	0	0	8
Movimento B - E	14,8	1	0	0,85	0	0	0	9

A partir dos resultados obtidos e de acordo com a cor obtida nesta simulação, é possível concluir que o posto de trabalho 3 representa um elevado risco para os trabalhadores, pelo que devem ser efetuadas alterações que permitam diminuir o risco de LMERT neste posto de trabalho.

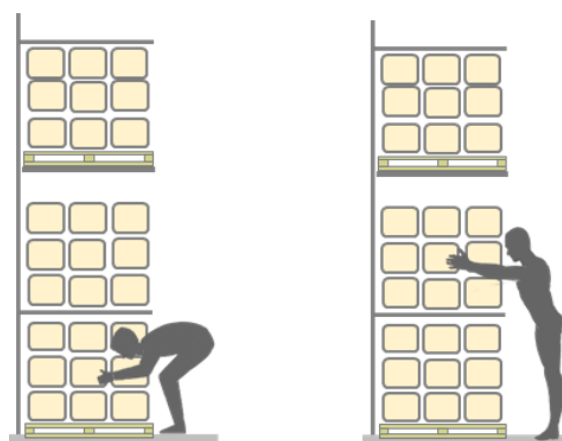


Figura 11 - Postura adotada no nível 1 (direita) e nível 2 (esquerda)

Devido à impossibilidade de estudar todas as posturas adotadas pelos operadores no posto de trabalho 3, decidiu-se seleccionar e avaliar duas situações que são apresentadas na Figura 11.

Segundo a avaliação do método REBA (Hignett & McAtamney, 2000), a postura adotada no nível 1 no posto de trabalho 3 obteve uma pontuação de 10 pontos. De acordo com a Tabela 7, existem 4 segmentos do corpo que apresentam uma pontuação muito elevada: tronco, pescoço, pernas e braço. Esta avaliação permite concluir que nível 1 deste posto de trabalho necessita de uma intervenção.

Tabela 7 - Pontuação REBA do posto de trabalho 3 – Nível 1

	Tronco	Pescoço	Pernas	Braço	Antebraço	Punho	Carga/Força	Pega	Atividade	REBA
Pontuação	4	2	1+2	3	1	1	1	1	1	10

Em relação à postura adotada no nível 2 do posto de trabalho 3, o método REBA atribui uma pontuação de 6 pontos (ver Tabela 8). Nesta situação, o braço e o antebraço apresentam risco de LMERT muito elevado devido à flexão dos mesmos. Globalmente, o nível 2 apresenta um risco médio de desenvolvimento de LMERT e, como tal, este nível necessita de uma intervenção para melhorar a postura adotada atualmente.

Tabela 8 - Pontuação REBA do posto de trabalho 3 – Nível 2

	Tronco	Pescoço	Pernas	Braço	Antebraço	Punho	Carga/Força	Pega	Atividade	REBA
Pontuação	2	1	1	4	2	1	1	1	1	6

### 5.1.3. Posto de trabalho 4

Neste posto de trabalho são movimentados os contentores abastecidos, desde a mesa de trabalho até à rampa de saída e é finalizado o ciclo de trabalho de 30 minutos (Figura 12).

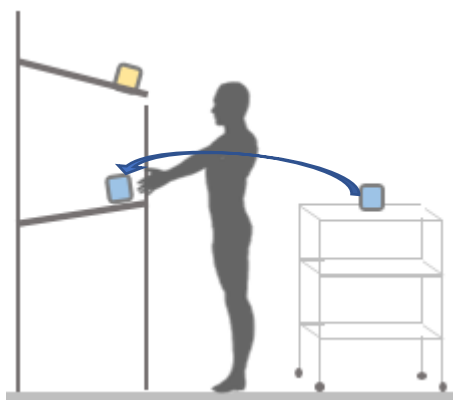


Figura 12 - Movimento executado entre a mesa de repacking e o posto de trabalho 4



De acordo com a Figura 13, neste posto de trabalho são movimentados cerca de 458,59 kg ao longo de um turno de trabalho. A cor verde do semáforo indica que esta tarefa não representa um risco para os trabalhadores deste posto visto que a força máxima exercida sobre a coluna lombar é de 1,64 kN, o que corresponde a um índice de elevação de 51,25%, inferior ao índice de elevação máximo recomendado.

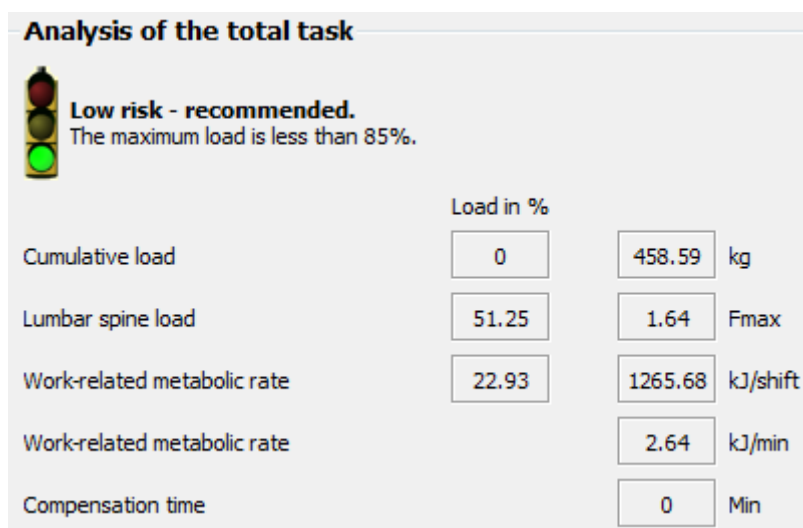


Figura 13 - Resultados da Avaliação PT4 (Imagem: Software IGEL)

A postura adotada neste posto de trabalho obteve uma pontuação de 3 (Tabela 9) pontos segundo o método REBA (Hignett & McAtamney, 2000). Nesta situação os segmentos com maior exposição a LMERT são o braço e o antebraço visto que estes apresentam uma elevada flexão.

Pode-se concluir que este posto de trabalho apresenta um risco de nível médio para os trabalhadores e como tal, necessita de uma intervenção, ainda que a mesma não seja urgente.

Tabela 9 - Pontuação REBA do posto de trabalho 4

	Tronco	Pescoço	Pernas	Braço	Antebraço	Punho	Carga/Força	Pega	Atividade	REBA
Pontuação	1+1	2	1	3	2	1	0	1	1	4

## 5.2. Avaliação da sintomatologia músculo-esquelética

De forma a avaliar a sintomatologia das LMERT, associadas às áreas de *repacking* do armazém, foi entregue um questionário de autorresposta aos 23 operários que trabalham diariamente nestes postos de trabalho e obteve-se uma taxa de resposta de 100% dos

inquiridos. Estes trabalhadores estão distribuídos por 3 turnos, sendo que 5 trabalham no primeiro turno, 11 no segundo turno e 7 no terceiro turno.

De seguida são apresentados os dados que caracterizam a população e a sintomatologia músculo-esquelética indicada pela mesma.

### 5.2.1. Caracterização da população

A população que trabalha nas áreas de *repacking* é 39% do sexo feminino (n=9) e 61% do sexo masculino (n=13) (Figura 15), sendo que a idade média é de 32 anos (Figura 14) e (Tabela 10).



Figura 14 - Distribuição das idades dos colaboradores

Em relação à antiguidade dos operadores, nas áreas de *repacking*, esta varia entre 3 meses e 10 anos, sendo que o valor médio é de 1,5 anos (Tabela 10).

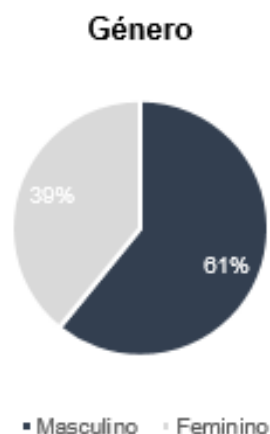


Figura 15 - Percentagem de trabalhadores do sexo masculino e feminino

Este baixo valor justifica-se pela recente expansão do volume de negócios, consequente expansão do armazém e necessidade de contratar mais pessoas nos últimos meses.

Tabela 10 – Idade, antiguidade, peso, altura e índice de massa corporal dos operários

	<b>Mínimo</b>	<b>Média</b>	<b>Máximo</b>
<b>Idade (anos)</b>	21	32,0	52
<b>Antiguidade (anos)</b>	0,25	1,5	10
<b>Peso (kg)</b>	52	59,9	100
<b>Altura (cm)</b>	156	169	184
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	18,52	23,68	32,65

Em média, os trabalhadores do segundo e terceiro turno trabalham cerca de 8 horas por dia e os trabalhadores do primeiro turno trabalham cerca de 5,5 horas por dia, sendo que estes valores podem variar devido a flutuações na produção ou para compensar casos de absentismo.

### **5.2.2. Análise da sintomatologia músculo-esquelética**

Após a análise dos dados obtidos é possível verificar que 22 dos 23 trabalhadores (95,7%) inquiridos afirmaram já ter sentido sinais de fadiga, desconforto ou dor, em pelo menos uma região do corpo, nos últimos 12 meses. As três regiões do corpo que apresentam maior percentagem de queixas são os pés/tornozelos (79%), seguida da coluna dorsal (68%) e ombros (58%) (Figura 16).

Quanto à sintomatologia músculo-esquelética relativa aos últimos 7 dias, os dados indicam que 73% dos trabalhadores inquiridos revelaram desconforto na região dos tornozelos/ pés, 68% da região da coluna lombar e 67% na região nas ancas/coxas.

A alta percentagem de queixas reportadas na região dos tornozelos/ pés deve-se ao calçado disponibilizados pela própria empresa, sendo já identificado como desconfortável.

Relativamente ao absentismo devido à SME, destacam-se cinco regiões do corpo: coluna cervical (30%), coluna dorsal (23%), ancas/coxas (16%), coluna lombar (10%) e ombros (9%). É importante referir que 3 das 4 pessoas que já estiveram impedidas de trabalhar tem requisitos médicos que as impedem de trabalhar em alguns postos de trabalho do armazém identificados como mais violentos para o corpo humano.

## Percentagem de fadiga, desconforto ou dor por região do corpo, período de tempo e absentismo

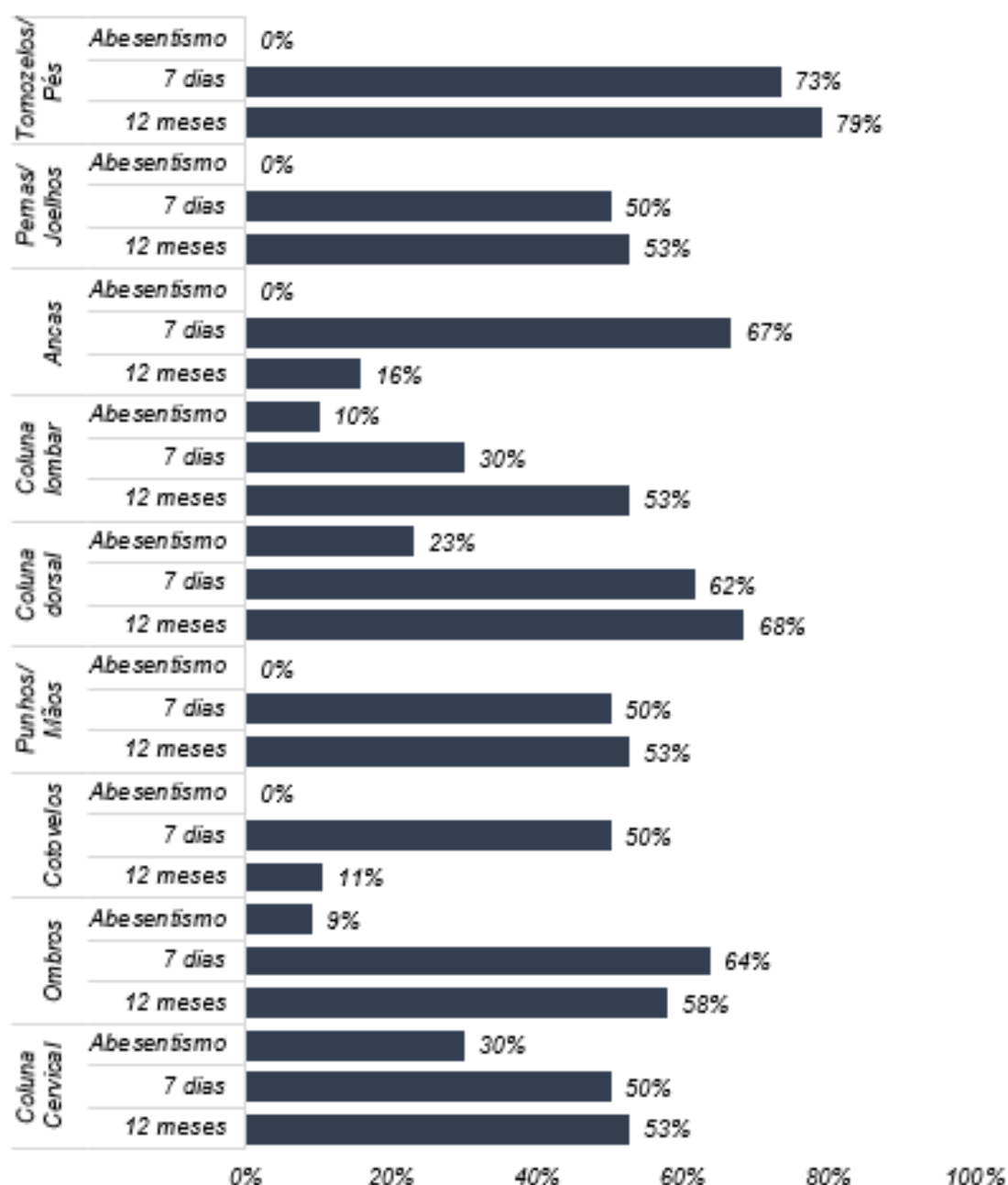


Figura 16 - Percentagem de fadiga, desconforto ou dor por região do corpo, período de tempo e absentismo

Uma parte do NMQ pretende analisar o grau de intensidade da fadiga, dor ou desconforto, sentido pelos trabalhadores relativamente à SME, nos últimos 12 meses. O Figura 17 permite concluir que os trabalhadores reportaram ter sentido dor, fadiga ou desconforto, de forma insuportável, em quatro regiões do corpo: ancas/coxas, coluna lombar, tornozelos/pés e coluna cervical.

Os dados indicam que relativamente à região das ancas/coxas, dos 15 trabalhadores que reportaram dor, desconforto ou fadiga, nesta região do corpo, 17% classificaram-na como

sendo insuportável e 83% como sendo intensa. Nenhum dos 15 trabalhadores que reportaram dor nesta região, classificaram a dor, fadiga ou desconforto, como sendo moderado ou leve.

Em relação aos tornozelos/pés, 15 trabalhadores reportaram ter sentido dor nos últimos 12 meses, sendo que 14% classificaram-na como insuportável, 28% como intensa, 50% como moderada e 7% como leve.

Relativamente à coluna cervical, dos 10 trabalhadores que sentiram dor nos últimos 12 meses, 9% classificaram-na como insuportável, 27% como intensa, 36% como moderada e 27% como leve.

Por fim, no que concerne à região da coluna lombar, 10 trabalhadores indicaram ter sentido dor nos últimos 12 meses, sendo que 10% classificaram-na como insuportável, 40% como intensa e 50% como moderada. Nenhum destes 10 trabalhadores indicaram ter sentido uma dor de grau leve nesta região do corpo.

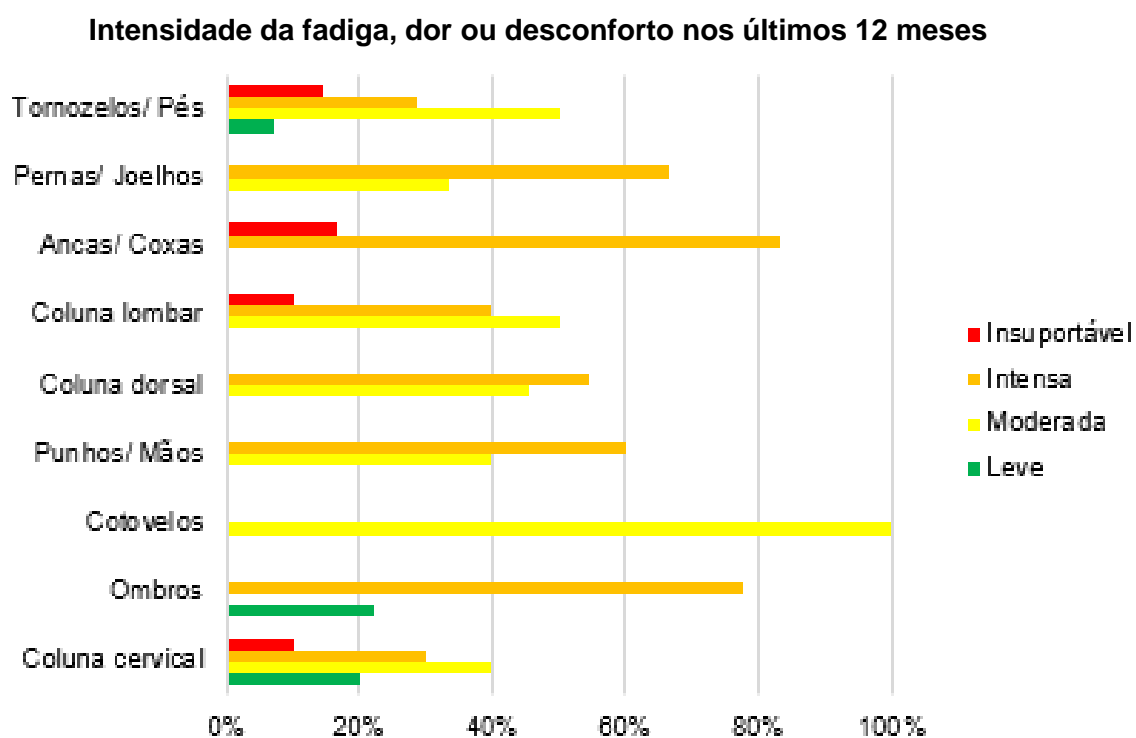


Figura 17 - Intensidade da fadiga, dor ou desconforto nos últimos 12 meses

### 5.3. Melhorias dos postos de trabalho

Com base nos dados recolhidos e na avaliação dos postos de trabalho surge a necessidade de fazer uma intervenção na área de *repacking* de forma a melhorar e aumentar a qualidade de vida dos trabalhadores. De seguida, são apresentadas algumas soluções que pretendem diminuir o risco do desenvolvimento de LMERT e impedir movimentos que obrigam a posturas corporais incorretas.

#### 5.3.1. Posto de trabalho 3 – Nível 1

A forma como as caixas estão distribuídas, no nível 1 das estantes, obriga os operadores a adotarem uma postura incorreta tal como é visível na imagem da esquerda na Figura 18.

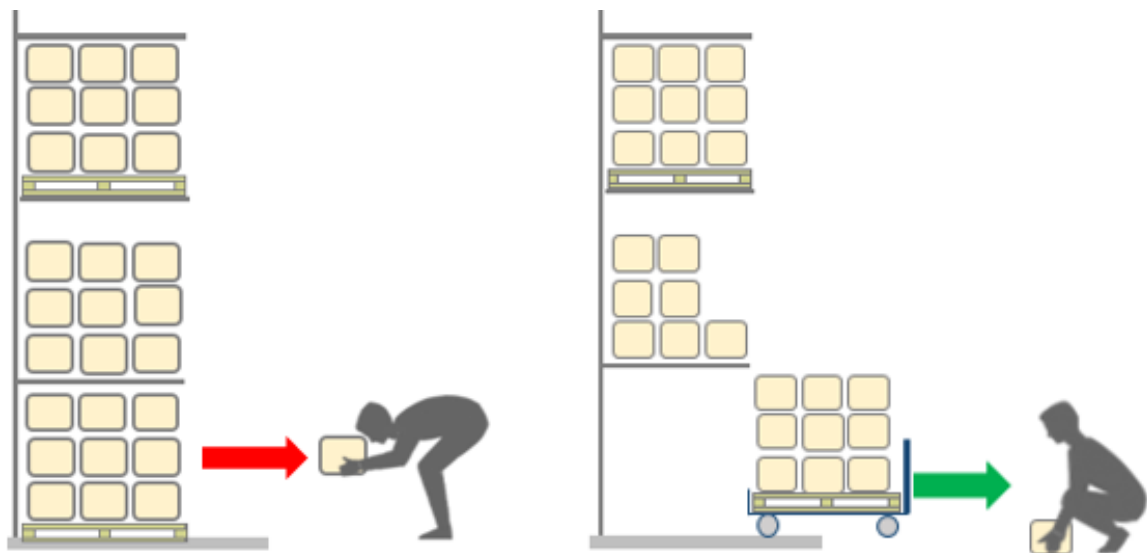


Figura 18 - Postura adotada antes (esquerda) e após (direita) a implementação das melhorias

De forma a impedir que isto aconteça foi desenvolvido, conjuntamente com a equipe de engenharia, uma plataforma com rodas onde é colocada a paleta com os materiais (Figura 19). No momento de proceder à colocação de caixas na zona de *picking*, os operadores puxam a plataforma até uma zona que facilite o acesso a todas as caixas. A simulação desta situação é ilustrada na imagem da direita da Figura 18. Esta plataforma impede a realização desta tarefa recorrendo a uma postura corporal incorreta e permite o acesso rápido a qualquer ponto da paleta de forma correta.

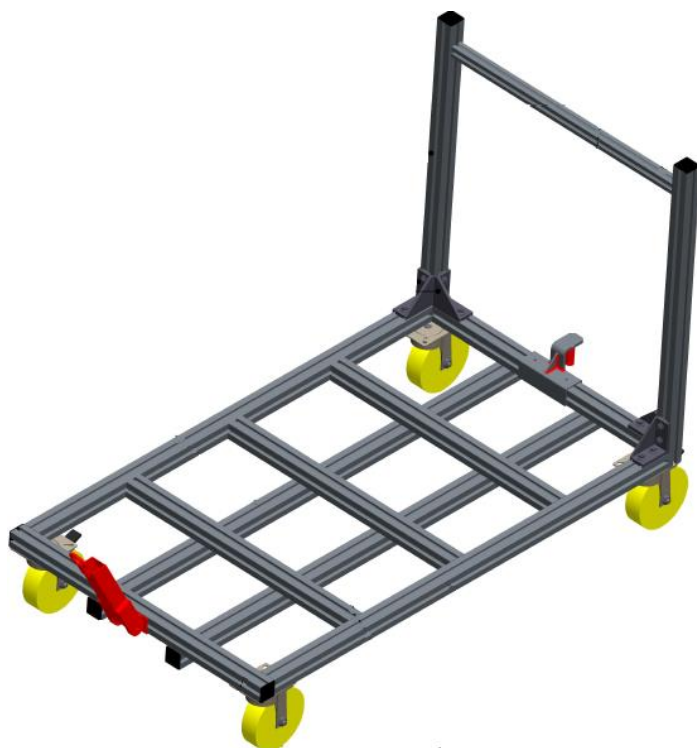


Figura 19 - Desenho do carro desenvolvido



### 5.3.2. Posto de trabalho 3 – Nível 2

A tarefa de colocação de caixas na zona de *picking*, no nível 2, tem a mesma problemática que o nível 1. Devido à má distribuição das caixas neste nível, os operadores são obrigados a recorrer a posturas incorretas para pegar nas caixas, tal como é possível observar na imagem da esquerda, da Figura 20. Para evitar esta situação, foi proposta a colocação de roletes que facilitam a movimentação das caixas, desde as zonas posteriores das estantes, até à zona de *picking*, bem como a colocação de uma barra horizontal que impeça o empilhamento de caixas a uma altura superior a 175 centímetros. Estas duas soluções são apresentadas na imagem da direita na Figura 20.

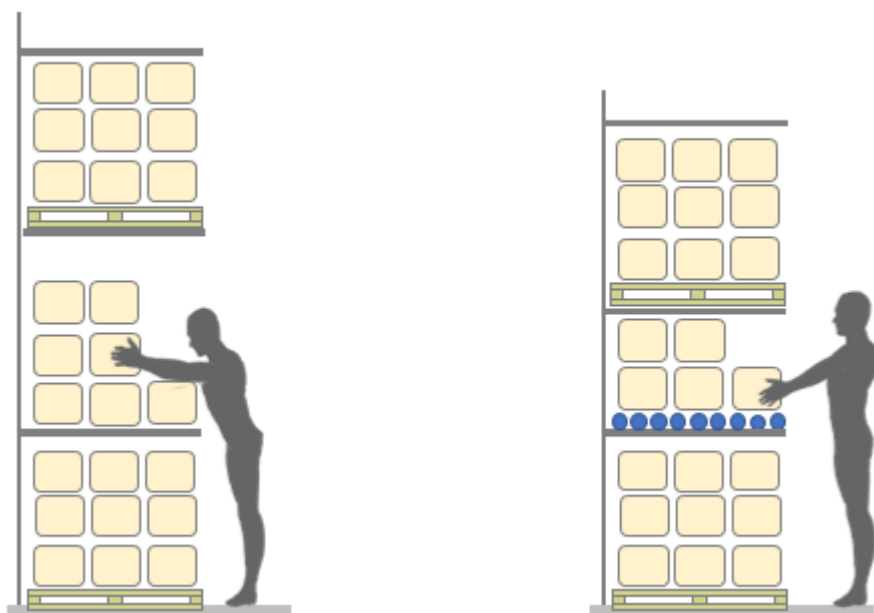


Figura 20 - Postura adotada antes (esquerda) e após (direita) a implementação das melhorias

### 5.3.3. Posto de trabalho 2 - Suporte PDA

Antes dos operadores colocarem os contentores na rampa de saída devem proceder à transferência dos materiais em sistema. Para isso recorrem a um PDA. Cada trabalhador faz cerca de 308 picagens de cartões *kanban*, por dia, sendo que, atualmente, este movimento implica uma tensão elevada no punho dos trabalhadores como é visível da Figura 21.

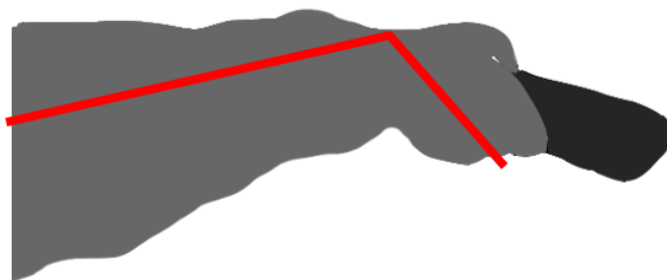


Figura 21 - Postura incorreta do punho

A Figura 22 ilustra uma solução que permite corrigir a postura do punho e assim diminuir a tensão nesta zona do corpo.



Figura 22 - PDA com suporte







#### 5.3.4. Programa de alongamentos e exercícios físicos

Neste subcapítulo é apresentado um programa de alongamentos e exercícios físicos desenvolvido para os postos de trabalho de *repacking*. O objetivo deste programa centra-se na diminuição da probabilidade do desenvolvimento de LMERT e aumento do bem-estar dos trabalhadores.

Durante o desenvolvimento deste programa foram tidos em conta os horários de trabalho de cada turno, a reunião diária de arranque de turno e os resultados da avaliação ergonómica, utilizando o método REBA (Hignett & McAtamney, 2000). Os resultados desta avaliação tendem a ser piores na região superior do corpo nos postos de trabalho avaliados pelo que a maioria dos exercícios propostos na Tabela 11 pretende fazer o alongamento desta região. Devido a uma questão de limitação de tempo para a realização destas atividades, propõem-se que estas tenham uma duração máxima de 5 minutos e aconteçam

às segundas, quartas e sextas, ou seja, intercalado com a reunião de arranque de turno que passaria a acontecer apenas às terças e quintas.

Tabela 11 - Programa de alongamentos e exercícios físicos

Turno	Horário	Região do Corpo/ Exercício					
		Pescoço	Membros Superiores	Membros Superiores	Membros Superiores/ Coluna	Membros Superiores/ Coluna	Membros Inferiores
1	02:30 – 02:35						
2	08:00 – 08:05						
3	17:00 – 17:05						

#### **5.4. Posto de trabalho 2 - Operação de leitura dos códigos de barras do cartão *kanban***

Este subcapítulo pretende analisar as operações de leitura dos códigos de barras presentes nos cartões *kanban* recorrendo ao PDA, para fazer a transferência de material informaticamente, do armazém para as linhas de produção. Esta operação acontece em todas as áreas de *repacking* pelo que o estudo e dados recolhidos dizem respeito às 11 áreas de *repacking*.

Após o abastecimento dos contentores no posto de trabalho 3, os operadores procedem à leitura do código de barras referente ao componente que foi abastecido e de seguida fazem a leitura do código de barras referente à linha de produção para onde o componente vai ser transportado pelo *milk-run*. Esta operação pode ser eliminada se o código de barras presente nos cartões *kanban* conseguir armazenar a informação relativa ao código da referência abastecida e a informação relativa à linha de produção de destino. Para que isto aconteça é necessário que os códigos de barras dos cartões *kanban* tenham tecnologias 2D.

De acordo com a Tabela 12, a eliminação desta tarefa permite a redução do tempo de operação em cerca de 7,2 horas por dia, correspondente ao tempo útil de operação de um trabalhador por dia.

Tabela 12 - Tempo reduzido no processo de leitura dos códigos de barras

Tarefas	Tempo estimado (s)	N.º de picagens/Dia	Tempo reduzido (h)
Leitura do código de barras no material	4	6500	
Leitura do código de barras da linha de produção	4	6500	7,2

### 5.5. Otimização das áreas de *repacking*

Em 2017, a empresa expandiu a sua área de negócio após vencer um concurso para produzir componentes eletrónicos. Esta expansão resultou num aumento de 50% no volume de vendas, pelo que a empresa foi obrigada a expandir a área de armazenamento de matéria-prima e produto acabado. Do projeto de expansão do armazém surgiu um novo *layout* que aumentou a capacidade de armazenamento em cerca de 1400 paletes. Associado a este projeto, surgiu a necessidade de otimizar a distribuição das caixas no posto de trabalho número 3 das áreas de *repacking*. A partir da Figura 23 é possível ver o desperdício associado à forma como as caixas eram distribuídas no nível 1.

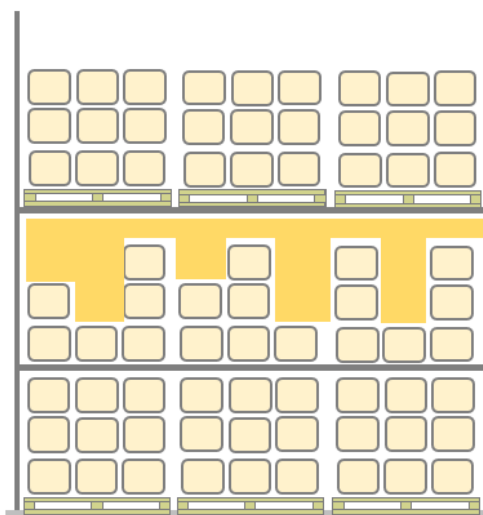


Figura 23 – Desperdício associado à distribuição das caixas (região amarela)

Para otimizar a distribuição das caixas no nível 2 do posto de trabalho 3, foi criado um terceiro nível de armazenamento que possibilita a colocação de um maior número de referências diferentes no mesmo volume de armazenamento (Figura 24). Assim foi possível colocar um maior número de referências perto do posto 1 e assim diminuir a distância percorrida pelos operadores ao longo do turno. Esta solução garante *stock* para um menor

número de ciclos pelo que reduz o excesso de *stock* nas áreas de *repacking*. Desta forma obteve-se uma redução de 22% no espaço ocupado pelas 11 áreas de *repacking* o que representa a libertação de 297 espaços de paletes, como se pode ver na Tabela 13.

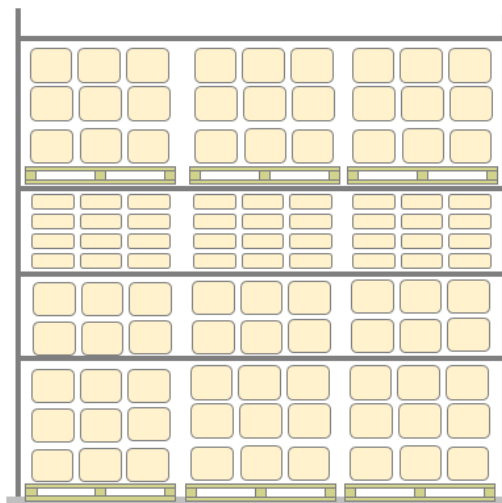


Figura 24 - Distribuição das caixas após a introdução do terceiro nível

Tabela 13 - Redução das áreas de repacking

Linhas	Antes (Paletes)	Depois (Paletes)	Redução (%)
L02 + L27	96	96	50%
L30 + L29 + L21	96		
L44 + L45	80	44	45%
L07	16	16	0%
L17	96	56	42%
L14	8	8	0%
L26	16	10	38%
L48	40	16	60%
L24	56	24	57%
L15	8	8	0%
L18	66	48	27%
CR	16	16	0%
L01	96	96	0%
L39+L33+L43	144	99	31%
L08	56	56	0%
L22	32	32	0%
L09	32	32	0%
L19	96	96	0%
L28 +L03 + L05	96	96	0%
L12	192	192	0%
Total	1338	1041	22%

297



## **6. CONCLUSÃO E TRABALHO FUTURO**

Nos últimos anos tem sido notável o crescente interesse por parte das organizações, ou mesmo pela comunidade científica, em estudo que envolvam as pessoas, nomeadamente avaliação das condições de trabalho e implementação de melhorias das mesmas. Com estas medidas, as organizações procuram, por um lado, aumentar a satisfação e a qualidade de vida dos trabalhadores e, por outro, aumentar a produtividade e competitividade. Já a comunidade científica tem procurado analisar e desenvolver teorias relacionadas com a ergonomia, mais especificamente aquelas que se prendem com os fatores que influenciam a qualidade vida dos trabalhadores, bem como com os métodos que possam avaliar de forma rigorosa as condições de trabalho.

Este projeto partiu de um diagnóstico holístico, e teve como base factos observados diretamente no contexto de trabalho, contanto ainda com a colaboração dos trabalhadores do armazém de uma Unidade Industrial.

Ao longo deste trabalho, e em termos teóricos, foram analisados alguns conceitos, teorias e métodos relacionados com as LMERT, bem como o seu impacto na vida dos trabalhadores e nos resultados das empresas. De facto, as LMERT são uma realidade que afetam os trabalhadores, repercutindo-se negativamente na produtividade e sucesso das empresas.

Os estudos práticos realizados neste projeto permitiram concluir que os postos de trabalho 1 (PT1) e 4 (PT4) são os que se apresentam menos prejudiciais para os trabalhadores. Já o posto 3 (PT3) evidenciou ser o mais prejudicial, principalmente no nível 1 da estante. Se se compararem os resultados da avaliação feita a partir do método Bosch e NIOSH com o método REBA nos diferentes postos de trabalho avaliados, é possível observar uma concordância entre os mesmos. Em ambos os métodos, o PT3 demonstra ser o mais prejudicial para os trabalhadores, seguido dos PT1 e PT4.

No que respeita às partes do corpo mais afetadas com o trabalho naqueles postos, conclui-se que as regiões superiores do corpo – tronco, braços, antebraço e pescoço – evidenciam um maior risco, tendo estes resultados sido igualmente corroborados por todos os métodos aplicados.

Para além de uma avaliação dos postos e das partes do corpo mais expostas, este projeto apresentou, ainda, algumas soluções que pretendem eliminar ou diminuir a prevalência de LMERT no armazém. Estas soluções reúnem, por um lado, uma componente de prevenção

de LMERT e, por outro, preveem alterações na geometria de alguns postos de trabalho, de forma a evitar posturas incorretas por parte dos trabalhadores.

Devido a limitações temporais, de referir que não foi possível avaliar a eficácia das soluções propostas. Neste sentido propõe-se para trabalho futuro, e após terem sido implementadas as soluções apresentadas, que as mesmas sejam avaliadas, por forma a medir o seu impacto. Para isso, sugere-se que os trabalhadores em estudo sejam divididos em dois grupos e apenas um dos grupos trabalhe nos postos de trabalho com as melhorias implementadas, durante um período alargado de tempo. Desde modo, será possível comparar a prevalência de LMERT nos dois grupos de trabalhadores e, assim, avaliar, com mais rigor, a eficácia das soluções propostas. Em caso de sucesso das soluções apresentadas, tal como se prevê, fica a sugestão da sua implementação nas restantes áreas de *repacking*.

Em termos de contribuição teórica, este trabalho apresenta exemplos de boas práticas que poderão ser aplicados a outros projetos de melhoria de condições ergonómicas, em postos de trabalho presentes no armazém.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- Abercromby, A. F. J., Amonette, W. E., Layne, C. S., McFarlin, B. K., Hinman, M. R., & Paloski, W. H. (2007). Vibration exposure and biodynamic responses during whole-body vibration training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(10), 1794–1800.
- Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho. (2007). Introdução às lesões músculo-esqueléticas. *Facts 71*, 1–2. Retrieved from <https://osha.europa.eu/pt/publications/factsheets/71>
- Alperovitch-Najenson, D., Santo, Y., Masharawi, Y., Katz-Leurer, M., Ushvaev, D., & Kalichman, L. (2010). Low back pain among professional bus drivers: ergonomic and occupational-psychosocial risk factors. *Israel Medical Association Journal*, 12(1), 26–31.
- Andersen, J. H., Kaergaard, A., Mikkelsen, S., Jensen, U. F., Frost, P., Bonde, J. P., & Thomsen, J. F. (2003). Risk factors in the onset of neck/shoulder pain in a prospective study of workers in industrial and service companies. *Occupational and Environmental Medicine*, (July 2005), 649–655.
- Anyfantis, I. D., & Biska, A. (2017). Musculoskeletal Disorders Among Greek Physiotherapists: Traditional and Emerging Risk Factors. *Safety and Health at Work*, 1–5. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2017.09.003>
- Aptel, M., Aublet-Cuvelier, A., & Cnockaert, J. C. (2002). Work-related musculoskeletal disorders of the upper limb. *Joint Bone Spine*, 69(6), 546–555.
- Armstrong, T., Radwin, R., Hansen, D., & Kennedy, K. (1986). Repetitive trauma disorders: Job evaluation and design. *Hum Factors*, 28(3), 325–336.
- Basahel, A. M. (2015). Investigation of Work-related Musculoskeletal Disorders (MSDs) in Warehouse Workers in Saudi Arabia. *Procedia Manufacturing*, 3(Ahfe), 4643–4649. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.551>
- Bernard, B. (1997). *Musculoskeletal disorders and workplace factors: A Critical Review of Epidemiologic Evidence for Work-Related Musculoskeletal Disorders of the Neck, Upper Extremity, and Low Back* (Vol. 97–141).
- Bosch Termotecnologia. (2014). *Integrated Load Limit Calculation*.

- Calzavara, M., Glock, C. H., Grosse, E. H., Persona, A., & Sgarbossa, F. (2017). Analysis of economic and ergonomic performance measures of different rack layouts in an order picking warehouse. *Computers and Industrial Engineering*, 111, 527–536. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2016.07.001>
- CCOSHS. (2014). Work-related Musculoskeletal Disorders (WMSDs) : OSH Answers. Retrieved April 2, 2018, from <http://www.ccohs.ca/oshanswers/diseases/rmirsi.html>
- Cohen, A., Gjessing, C., Fine, L., Bernard, B., & McGlothlin, J. (1997). *Elements of Ergonomics Programs - A Primer Based on Workplace Evaluations of Musculoskeletal Disorders*. U.S Department of Health and Human Services. Retrieved from <http://www.cdc.gov/niosh/docs/97-117/pdfs/97-117.pdf>
- Colombini, D., Occhipinti, E., & Grieco, A. (2002). *Risk assessment and management of repetitive movements and exertions of upper limbs*.
- de Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 182(2), 481–501.
- Dennerlein, J. T. (2014). Ergonomics and Musculoskeletal Issues. *Reference Module in Biomedical Research*, 1–9. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-801238-3.02847-6>
- Dunning, K. K., Davis, K. G., Cook, C., Kotowski, S. E., Hamrick, C., Jewell, G., & Lockey, J. (2010). Costs by industry and diagnosis among musculoskeletal claims in a state workers compensation system: 1999-2004. *American Journal of Industrial Medicine*, 53(3), 276–284.
- EU-OSHA European Agency for Safety and Health at Work. (2017). *Sixth European Working Conditions Survey - Overview report*. Retrieved from [https://www.eurofound.europa.eu/sites/default/files/ef\\_publication/field\\_ef\\_document/ef1634en.pdf%0Ahttps://www.eurofound.europa.eu/sites/default/files/ef\\_publication/field\\_ef\\_document/ef1634en.pdf%0Ahttps://www.eurofound.europa.eu/publications/report/201](https://www.eurofound.europa.eu/sites/default/files/ef_publication/field_ef_document/ef1634en.pdf%0Ahttps://www.eurofound.europa.eu/sites/default/files/ef_publication/field_ef_document/ef1634en.pdf%0Ahttps://www.eurofound.europa.eu/publications/report/201)
- European Agency for Safety and Health at Work. (1989). Council Directive n.º 89/391/CEE, 12 June. *Official Journal of the European Communities*, L391, 1–15.

- European Agency for Safety and Health at Work. (2012). Riscos psicossociais e stress no trabalho. Retrieved April 30, 2018, from <https://osha.europa.eu/pt/themes/psychosocial-risks-and-stress>
- Fernandes, P. R., Hurtado, A. L. B., & Batiz, E. C. (2015). Ergonomics Management with a Proactive Focus. *Procedia Manufacturing*, 3(Ahfe), 4509–4516. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.465>
- Gallagher, S., Barbe, M. F., Massicotte, V. S., & Barr-Gillespie, A. E. (2013). The interaction of force and repetition on systemic inflammatory cytokine response in a rat model. *BioMed Central*.
- Gallagher, S., & Heberger, J. R. (2013). Examining the interaction of force and repetition on musculoskeletal disorder risk: A systematic literature review. *Human Factors*, 55(1), 108–124.
- Gasibat, Q., Simbak, N., & Aziz, A. (2017). Stretching Exercises to Prevent Work-related Musculoskeletal Disorders – A Review Article. *American Journal of Sports Science and Medicine*, 5(2), 27–37. Retrieved from <http://pubs.sciepub.com/ajssm/5/2/3/index.html>
- Ghasemkhani, M., Mahmudi, E., & Jabbari, H. (2008). Musculoskeletal symptoms in workers. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 14(4), 455–462.
- Hartman, E., Oude Vrielink, H. H. E., Metz, J. H. M., & Huirne, R. B. M. (2005). Exposure to physical risk factors in Dutch agriculture: Effect on sick leave due to musculoskeletal disorders. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 35(11), 1031–1045.
- Hauret, K. G., Jones, B. H., Bullock, S. H., Canham-Chervak, M., & Canada, S. (2010). Musculoskeletal injuries: Description of an under-recognized injury problem among military personnel. *American Journal of Preventive Medicine*, 38(1 SUPPL.), S61–S70. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.amepre.2009.10.021>
- Hess, J. A., & Hecker, S. (2003). Stretching at work for injury prevention: Issues, evidence, and recommendations. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 18(5), 331–338.
- Hignett, S., & McAtamney, L. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA).

- Applied Ergonomics*, 31(2), 201–205.
- Hinz, B., Seidel, H., Menzel, G., & Blüthner, R. (2002). Effects related to random whole-body vibration and posture on a suspended seat with and without backrest. *Journal of Sound and Vibration*, 253(1), 265–282.
- IEA. (2018). Definition and Domains of ergonomics. Retrieved January 15, 2018, from <http://www.iea.cc/whats/index.html>
- Jungberg, A. S., Kilbom, A., & Hägg, G. M. (1989). Occupational lifting by nursing aides and warehouse workers. *Ergonomics*, 32(1), 59–78.
- Kilbom A, Armstrong T, Buckle P, et al. (1996). for Musculoskeletal Disorders of the. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 239–246.
- Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., Vinterberg, H., Biering-Sørensen, F., Andersson, G., & Jørgensen, K. (1987). Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Applied Ergonomics*, 18(3), 233–237.
- Labbafinejad, Y., Danesh, H., & Imanizade, Z. (2017). Assessment of upper limb musculoskeletal pain and posture in workers of packaging units of pharmaceutical industries. *IOS Press*, 56(2), 337–344.
- Leclerc, a, Chastang, J.-F., Niedhammer, I., Landre, M.-F., & Roquelaure, Y. (2004). Incidence of shoulder pain in repetitive work. *Occupational and Environmental Medicine*, 61(1), 39–44. Retrieved from <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1757821&tool=pmc&rendertype=abstract>
- Macdonald, W., & Oakman, J. (2015). Requirements for more effective prevention of work-related musculoskeletal disorders. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 16(1), 1–9. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1186/s12891-015-0750-8>
- McDonald, A. C. (2017). *Understanding the response of the shoulder complex to the demands of repetitive work*.
- Mengoni, M., Matteucci, M., & Raponi, D. (2017). A Multipath Methodology to Link Ergonomics, Safety and Efficiency in Factories. *Procedia Manufacturing*, 11(June), 1311–1318. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.259>

- Miranda, H., Punnett, L., Viikari-Juntura, E., Heliövaara, M., & Knekt, P. (2008). Physical work and chronic shoulder disorder. Results of a prospective population-based study. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 67(2), 218–223. Retrieved from <http://ard.bmj.com/lookup/doi/10.1136/ard.2007.069419>
- Monroe Keyserling, W., Wiggermann, N., Werner, R. A., & Gell, N. (2010). Inter-worker variability in lower body postures during assembly line work: Implications for exposure assessment. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 7(5), 261–271.
- Moore, T. M. (1998). A workplace stretching program. Physiologic and perception measurements before and after participation. *AAOHN Journal : Official Journal of the American Association of Occupational Health Nurses*, 46(12), 563–8. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10025248>
- Murtezani, A., Ibraimi, Z., Sllamniku, S., Osmani, T., & Sherifi, S. (2011). Prevalence and risk factors for low back pain in industrial workers. *Folia Medica*, 53(3), 68–74. <https://doi.org/10.2478/v10153-011-0060-3>
- Nunes, I. (2009). FAST ERGO-X - A tool for ergonomic auditing and work-related musculoskeletal disorders prevention. *IOS Press*, 34(2), 133–148.
- Nunes, I., & Pamela, B. (2012). World â€™s largest Science , Technology & Medicine Open Access book publisher c. *RFID Technology, Security Vulnerabilities, and Countermeasures*, 75–100.
- Nur, N. M., Dawal, S. Z., & Dahari, M. (2014). The Prevalence of Work Related Musculoskeletal Disorders Among Workers Performing Industrial Repetitive Tasks in the Automotive Manufacturing Companies. *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Bali, Indonesia*, 1–8.
- Punnett, L., & Wegman, D. H. (2004). Work-related musculoskeletal disorders: The epidemiologic evidence and the debate. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14(1), 13–23. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2003.09.015>
- Queiroz, M. V. de, Uva, A. S., Carnide, F., Serranheira, F., Miranda, L. C., & Lopes, M. F. (2008). *Lesões Musculoesqueléticas Relacionadas com o Trabalho. Guia de Orientação para a Prevenção. In Ministério da Saúde, Programa Nacional Contra as Doenças Reumáticas.*
- Santos, Z. G. dos, Vieira, L., & Balbinotti, G. (2015). Lean Manufacturing and

- Ergonomic Working Conditions in the Automotive Industry. *Procedia Manufacturing*, 3(Ahfe), 5947–5954. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.687>
- Serranheira, F. (2007). *Lesões Músculo-Esqueléticas Ligadas ao Trabalho: que métodos de avaliação do risco?*
- Serranheira, F., Santos, C. S., & Cabrita, M. (2003). Auto-referência de sintomas de lesões músculo-esqueléticas ligadas ao trabalho ( LMELT ) numa grande empresa em Portugal. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, 21(1), 37–47.
- Silverstein, B. A., Fine, L. J., & Armstrong, T. J. (1986). Hand wrist cumulative trauma disorders in industry. *British Journal of Industrial Medicine*, 43(11), 779–784. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1007752/>
- Simoneau, S., St-Vincent, M., & Chicoine, D. (1996). Work-Related Musculoskeletal Disorders (WMSDs): A Better Understanding for More Effective Prevention. *Ergonomic Improvement of Work: Concrete Cases*, 1–54. Retrieved from <https://www.irsst.qc.ca/media/documents/PubIRSST/RG-126-ang.pdf>
- Sluiter, J., Rest, K., & Frings-Dresen, M. (2001). *Critérios de Avaliação das Lesões Músculo - esqueléticas do membro superior relacionadas com o trabalho (LMEMSRT)*.
- Stephen Pheasant. (2003). *Bodyspace - Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work*.
- Sterud, T., & Tynes, T. (2013). Work-related psychosocial and mechanical risk factors for low back pain : a 3-year follow-up study of the general working population in Norway. *Occupational and Environmental Medicine*, 70(5), 296–302.
- Toomingas, A. (1998). *Methods for evaluating work-related musculoskeletal neck and upper-extremity disorders in epidemiological studies*.
- Van Rijn, R. M., Huisstede, B. M., Koes, B. W., & Burdorf, A. (2010). Associations between work-related factors and specific disorders of the shoulder - A systematic review of the literature. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 36(3), 189–201.



- Vargas-Prada, S., Serra, C., Martínez, J., Ntani, G., Delclos, G., Palmer, K., Benavides, F. (2013). Psychological and culturally-influenced risk factors for the incidence and persistence of low back pain and associated disability in Spanish workers: Findings from the CUPID study. *Occupational and Environmental Medicine*, 70(1), 57–62.
- Vieira, E. R., Buckeridge Serra, M. V. G., Brentini de Almeida, L., Vieira Villela, W., Domingos Scalón, J., & Veiga Quemelo, P. R. (2015). Symptoms and risks for musculoskeletal disorders among male and female footwear industry workers. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 48, 110–116.  
<https://doi.org/10.1016/j.ergon.2015.05.001>
- Vieira, E. R., & Kumar, S. (2004). Working Postures: A Literature Review. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 14(2), 143–159.
- Waters, T., Putz-Anderson, V., & Garg, A. (1994). Quick Guide for the NIOSH lifting equation. *DHHS (NIOSH) Publication*.
- Waters, T., Putz-Anderson, V., Garg, A., & Fine, L. J. (1993). Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. *Ergonomics*, 36(7), 749–776.
- Werner, R. A., Gell, N., Hartigan, A., Wiggermann, N., & Keyserling, M. (2011). Risk factors for hip problems among assembly plant workers. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 21(1), 84–89. <https://doi.org/10.1007/s10926-010-9259-z>
- WHO. (1985). Identification and control of work-related diseases. *World Health Organization - Technical Report Series*.
- Wilson, J. R. (2000). Fundamentals of ergonomics in theory and practice. *Applied Ergonomics*, 31(6), 557–567.

## ANEXO 1 – Peso das caixas manipuladas

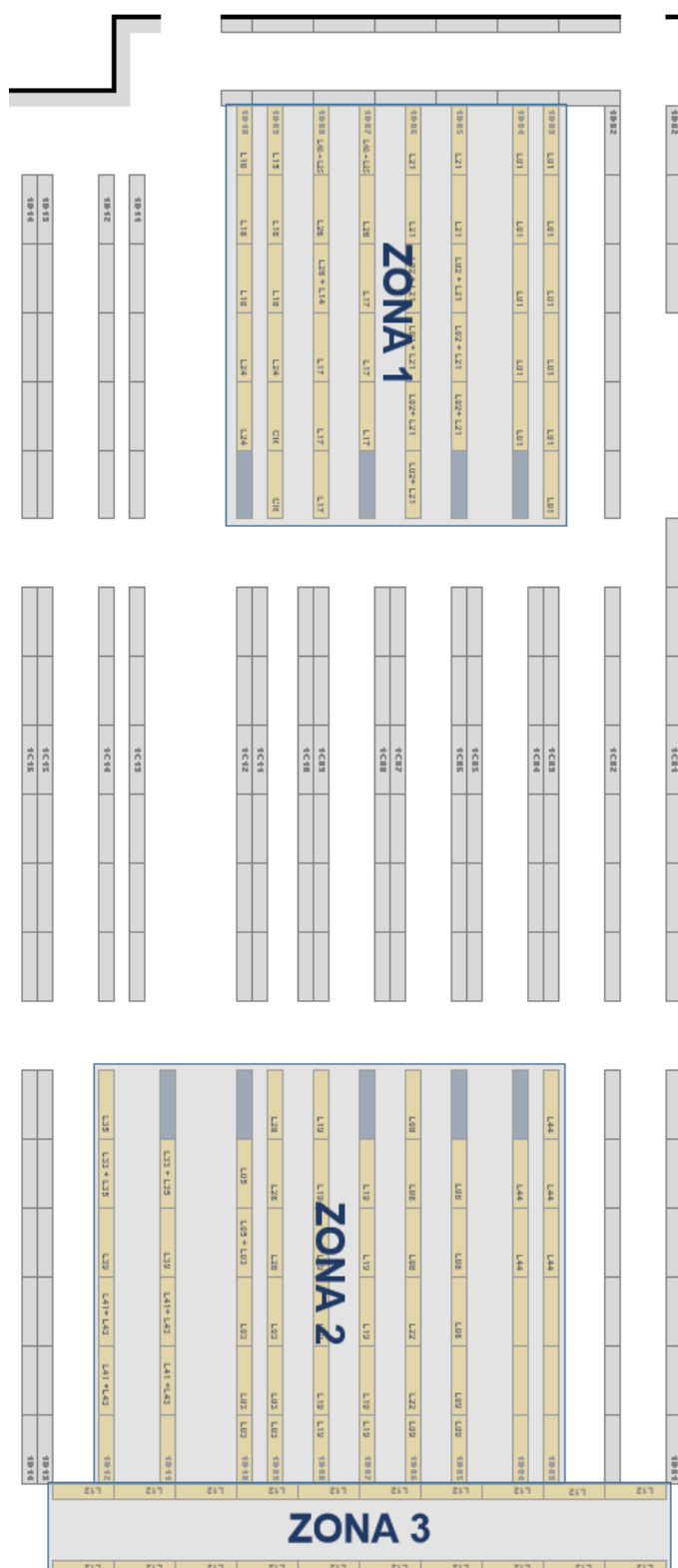
Referência	Peso (kg)
8.718.603.54A	11,6
8.737.908.94A	13,98
8.718.610.44A	10,03
8.737.929.70A	14,37
8.712.201.007	11,37
8.737.703.811	8,78
8.737.908.95A	9,96
8.747.201.388	9,95
7.746.016.80A	9,13
8.718.613.73A	6,9
7.746.016.79A	8,72
8.747.301.361	7,97
8.744.404.094	11,5
F.01U.344.063	5,48
8.613.760.031	11,5
8.747.201.371	7,14
8.737.702.207	6,38
8 747 301 329	4,86
8.737.914.40A	4,91
8.741.309.054	3,9
8.747.201.338	4,98
8 627 007 142	3,75
8.737.917.98A	4,2

8.737.702.553	4,67
8.718.600.58A	4,48
8.747.201.394	4,31
8.737.916.57A	3,4
8.747.301.125	3,27
F.01U.346.214	13,94
8 714 404 400	3,4
8.737.909.25A	4,24
8 714 404 401	5,54
8 718 556 263	7,83
8.744.500.957	4,56
8.737.702.946	6,19
8.718.222.990	15
8.718.226.165	10,55
8.737.404.32A	4,65
8.747.201.356	5,21
8.905.501.120	5,29
8.737.704.480	5,29
8.737.701.345	9,76

## 60



### ANEXO 3 – Distribuição atual das áreas de repacking



#### **ANEXO 4 – Questionário (versão adaptada de NMQ)**

Sexo:

☐ Feminino      ☐ Masculino

Ano de Nascimento: \_\_\_\_\_

Turno: \_\_\_\_\_

Há quantos anos exerce a atual função? \_\_\_\_\_

Qual é o seu peso? \_\_\_\_\_

Qual é a sua altura? \_\_\_\_\_

Mão dominante:

☐ Dextro      ☐ Esquerdino      ☐ Ambidextro

Preencha a tabela seguinte, assinalando com uma cruz o quadrado correspondente ao seu estado de desconforto, fadiga ou dor, em função dos segmentos corporais considerados.

No caso de sentir desconforto, refira qual a intensidade do mesmo, de acordo com a escala seguinte.

Intensidade do desconforto/ fadiga/ dor:

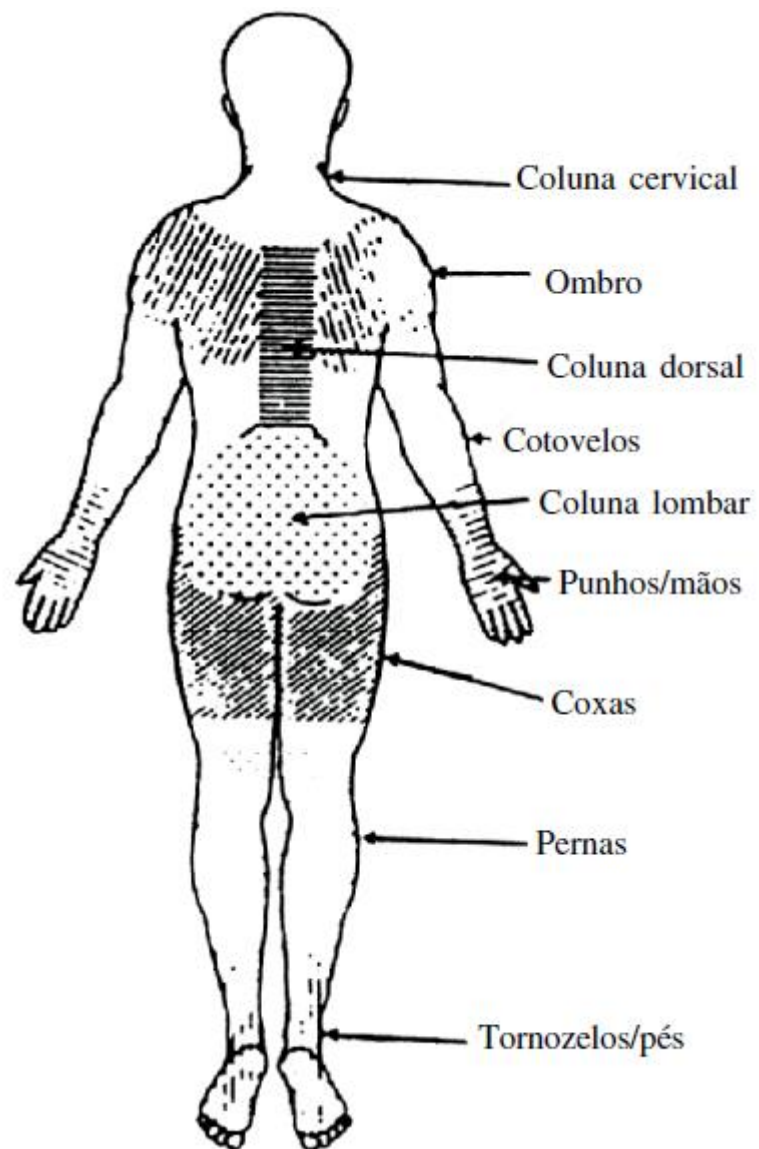
1 — Leve

2 — Moderado

3 — Intenso

4 — Insuportável

Para responder por todos os operadores		Para responder apenas pelos operadores que tenham problemas	
Teve algum problema durante os últimos 12 meses (fadiga, desconforto ou dor) nos seguintes seguimentos? Se sim, refira qual a sua intensidade, assinalando-a com um círculo.		Teve algum problema durante os últimos 7 dias?	
Nos últimos 12 meses esteve impedido de realizar o seu trabalho normal devido a este problema?			
1 Coluna cervical Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>	1 2 3 4	2 Coluna cervical Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>	3 Coluna cervical Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>
4 Ombros Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> No direito Sim <input type="checkbox"/> No esquerdo Sim <input type="checkbox"/> Ambos	1 2 3 4	5 Ombros Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> No direito Sim <input type="checkbox"/> No esquerdo Sim <input type="checkbox"/> Ambos	6 Ombros Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>
7 Cotovelos Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> No direito Sim <input type="checkbox"/> No esquerdo Sim <input type="checkbox"/> Ambos	1 2 3 4	8 Cotovelos Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> No direito Sim <input type="checkbox"/> No esquerdo Sim <input type="checkbox"/> Ambos	9 Cotovelos Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>
10 Punhos/ Mãos Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> No direito Sim <input type="checkbox"/> No esquerdo Sim <input type="checkbox"/> Ambos	1 2 3 4	11 Punhos/ Mãos Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> No direito Sim <input type="checkbox"/> No esquerdo Sim <input type="checkbox"/> Ambos	12 Punhos/ Mãos Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>
13 Coluna dorsal Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>	1 2 3 4	14 Coluna dorsal Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>	15 Coluna dorsal Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>
16 Coluna lombar Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>	1 2 3 4	17 Coluna lombar Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>	18 Coluna lombar Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>
19 Ancas/ coxas Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>	1 2 3 4	20 Ancas/ coxas Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>	21 Ancas/ coxas Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>
22 Pernas/ joelhos Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>	1 2 3 4	23 Pernas/ joelhos Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>	24 Pernas/ joelhos Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>
25 Tornozelos/ pés Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>	1 2 3 4	26 Tornozelos/ pés Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>	27 Tornozelos/ pés Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>





## ANEXO 5 - *Rapid Entire Body Assessment*

### Modo de aplicação

Inicialmente atribui-se uma pontuação ao grupo A (Tabela 20) do corpo constituído pelo tronco (Tabela 14), pescoço (Tabela 15) e pernas (Tabela 16), e de seguida classifica-se a carga/força aplicada na postura avaliada a partir da Tabela 21. Numa segunda fase atribui-se pontuações aos braços (Tabela 17), antebraços (Tabela 18) e punho (Tabela 19) para obter a pontuação do grupo B (Tabela 22). A pontuação do grupo B soma-se à pontuação atribuída à qualidade da pega obtida a partir da Tabela 23. A partir das pontuações A e B obtém-se a pontuação C através da Tabela 24. Por fim, soma-se a pontuação da atividade (Tabela 25) à pontuação C para obter a pontuação REBA. Através da Tabela 26 e de acordo com a pontuação REBA, é possível avaliar o grau de urgência de uma possível intervenção para corrigir a postura adotada na atividade em avaliação. Para facilitar a aplicação deste método, recorre-se à (Figura 25).

	<b>GRUPO A</b>		<b>GRUPO B</b>	
TRONCO	<input type="text"/>		<input type="text"/>	BRAÇO
PESCOÇO	<input type="text"/>		<input type="text"/>	ANTEBRAÇO
PERNAS	<input type="text"/>	<b>Tabela A</b>	<b>Tabela B</b>	<input type="text"/>
		<b>+ Carga/ Força</b>	<b>+ Pega</b>	PULSO
		<input type="text"/>	<input type="text"/>	
		<hr/>		
PONTUAÇÃO A	<input type="text"/>		<input type="text"/>	PONTUAÇÃO B
<hr/>				
<b>PONTUAÇÃO C</b>				
<input type="text"/>				
<b>+ Pontuação da Atividade</b>				
<input type="text"/>				
<hr/>				
<input type="text"/>				
<b>PONTUAÇÃO REBA</b>				

Figura 25 - Folha de pontuação REBA

Tabela 14 - Pontuação grupo A - Tronco

Tronco	Movimento	Pontuação	Pontuação Extra
 <p>L3/L4</p>	Ereto	1	+1 se existir rotação ou flexão lateral do tronco
	Flexão 0°-20° Extensão 0°-20°	2	
	Flexão 20°-60° Extensão >20°	3	
	Flexão >60°	4	

Tabela 15 - - Pontuação grupo A - Pescoço

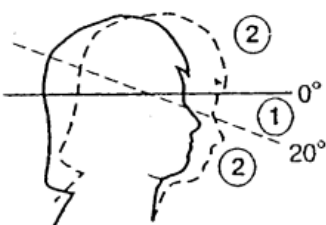
Pescoço	Posição	Pontuação	Pontuação Extra
	Flexão 0°-20°	1	+1 se existir rotação ou flexão lateral do pescoço
	Flexão ou extensão >20°	2	

Tabela 16 - Pontuação grupo A - Pernas

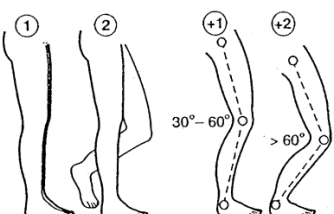
Pernas	Posição	Pontuação	Pontuação Extra
	Peso bilateral, em andamento ou sentado	1	+1 se a flexão dos joelhos entre 30° e 60°
	Peso unilateral ou postura instável	2	+2 se a flexão dos joelhos for >60° (esta situação aplica-se em situações em pé)

Tabela 17 - Pontuação grupo B - Braço

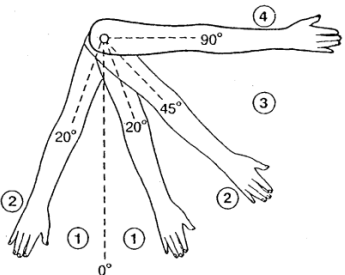
Braço	Posição	Pontuação	Pontuação Extra
	Extensão 20° a flexão 20°	1	+1 se existir rotação do braço +1 se elevar o ombro -1 se o peso do braço é suportado ou apoiado
	Extensão >20° Flexão 20°-45°	2	
	Flexão 45°-90°	3	
	Flexão >90°	4	

Tabela 18 - Pontuação grupo B - Antebraço

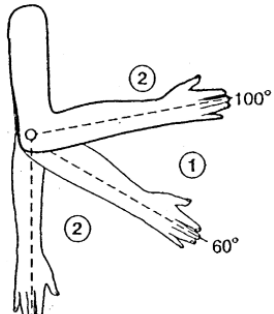
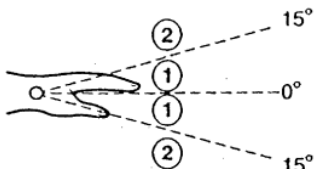
Antebraço	Movimento	Pontuação
	Flexão 60°-100°	1
	Flexão <60° ou Flexão >100°	2

Tabela 19 - Pontuação grupo B - Punho

Punho	Movimento	Pontuação	Pontuação Extra
	Flexão/ Extensão entre 0°-15°	1	+1 se existir rotação do punho
	Flexão/ Extensão >15°	2	

## Tabela 1 – Tabela A e Carga/Força

Tabela 20 – Pontuação tabela A

		Tabela A												
		Pescoço												
		1				2				3				
		Pernas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Tronco	1		1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2		2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3		2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4		3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5		4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Tabela 21 - Pontuação Carga/ Força

Carga/ Força			
0	1	2	+1
<5kg	5-10kg	>10kg	Rápida aplicação de força

## Tabela B e Pega

Tabela 22 – Pontuação tabela B

			Tabela B					
			Antebraço					
			1			2		
		Punho	1	2	3	1	2	3
Braço	1		1	2	2	1	2	3
	2		1	2	3	2	3	4
	3		3	4	5	4	5	5
	4		4	5	5	5	6	7
	5		6	7	8	7	8	8
	6		7	8	8	8	9	9

Tabela 23 - Pontuação Pega

Pega			
0 (Boa)	1 (Aceitável)	2 (Má)	+1 (Inaceitável)
Pega bem ajustada	Pega aceitável, mas não ideal	Pega inaceitável, mas exequível	Pega insegura ou difícil/ objeto em alças

## Tabela C e Pontuação da Atividade

Tabela 24 - Pontuação C

		Tabela C											
		Pontuação Tabela B											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pontuação Tabela A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12


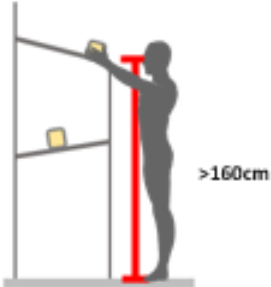
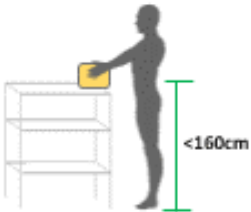
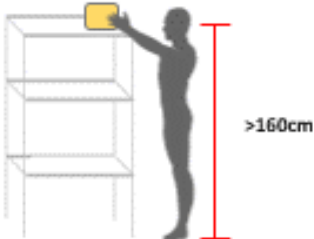
Tabela 25 - Pontuação da Atividade

Pontuação da Atividade	
+1	1 ou mais partes do corpo estão estáticas
+1	Pequeno número de ações repetidas
+1	Base instável ou ação causa alterações rápidas à postura

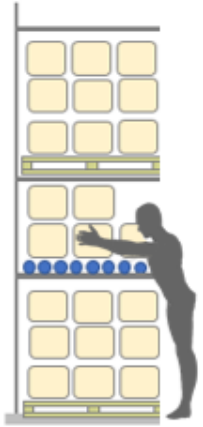
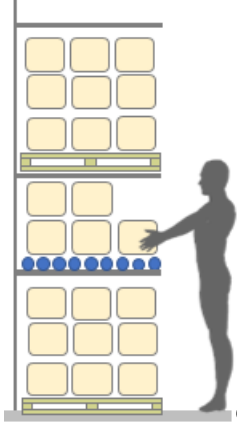
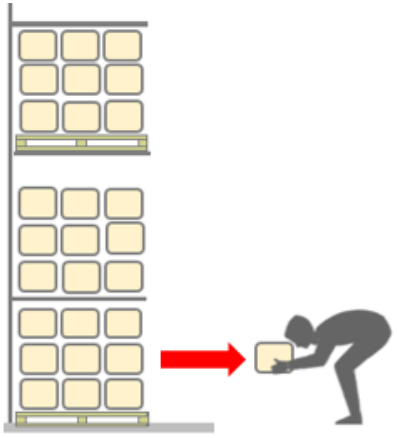
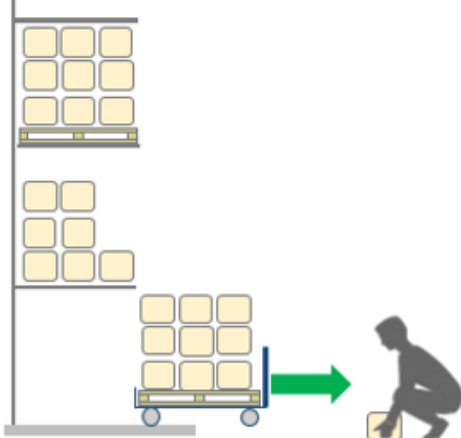
Tabela 26 – Nível de ação do método REBA

Nível de ação do método REBA			
Pontuação	Nível de Risco	Nível de Ação	Intervenção
1	Insignificante	0	Não é necessária
1-3	Baixo	1	Pode ser necessária
4-7	Médio	2	Necessária
8-10	Alto	3	Necessária brevemente
11-15	Muito alto	4	Necessária imediatamente

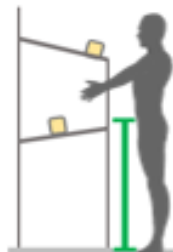
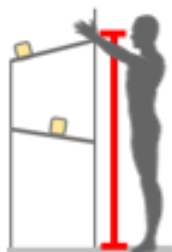
## ANEXO 6 – Confirmação de Processo

PT	Postura Incorreta	Postura Correta	Questões	Avaliação	Comentários Adicionais
1			<p><b>(1) Altura de pega é superior a 160 cm?</b> Se sim então assinalar NOK.</p> <p><b>(2) Altura de pega é inferior a 160 cm?</b> Se sim então assinalar OK.</p>	<p><input type="checkbox"/> OK</p> <p><input type="checkbox"/> NOK</p>	
2			<p><b>(1) Altura de pega é superior a 160 cm?</b> Se sim então assinalar NOK.</p> <p><b>(2) Altura de pega é inferior a 160 cm?</b> Se sim então assinalar OK.</p>	<p><input type="checkbox"/> OK</p> <p><input type="checkbox"/> NOK</p>	



3.1			<p>(1) O operador utiliza os roletes para auxiliar a movimentação da carga? Se sim então assinalar NOK.</p> <p>(2) O operador utiliza os roletes para auxiliar a movimentação da carga? Se sim então assinalar OK.</p> <p>(3) O operador executa o movimento recorrem à postura incorreta visível na imagem? Se sim então assinalar NOK.</p> <p>(4) O operador executa o movimento recorrem à postura correta visível na imagem? Se sim então assinalar OK.</p>	<input type="checkbox"/> OK  <input type="checkbox"/> NOK	
3.2			<p>(1) O operador pega na carga sem utilizar a plataforma? Se sim então assinalar NOK.</p> <p>(2) O operador utiliza a plataforma para aceder a carga facilmente? Se sim então assinalar OK.</p> <p>(3) O operador executa o movimento recorrem à postura incorreta visível na imagem? Se sim então assinalar NOK.</p> <p>(4) O operador executa o movimento recorrem à postura correta visível na imagem? Se sim então assinalar OK.</p>	<input type="checkbox"/> OK  <input type="checkbox"/> NOK	

4



**(1) Altura de pega é superior a 160 cm?**

Se sim então assinalar NOK.

**(2) Altura de pega é inferior a 160 cm?**

Se sim então assinalar OK.

☐

OK

☐

NOK

